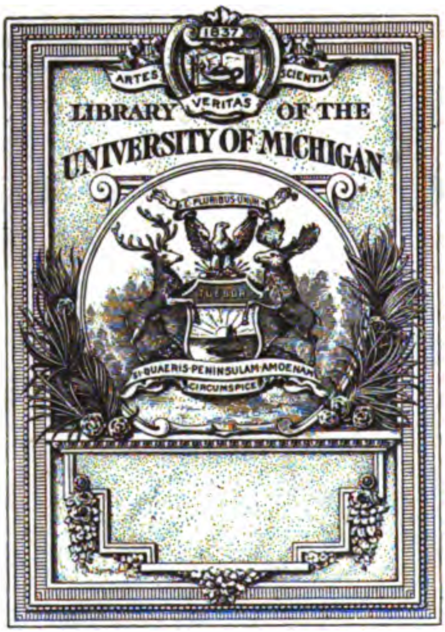
[redacted]



[redacted]

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

EINUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

BAND XXI.

MIT 27 TAFELN UND 16 HOLZSCHNITTEN.

BERLIN
GEBRÜDER BORNTRÆGER
1903.

Sitzung vom 30. Januar 1903.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Brumhard, Philipp, stud. phil. in **Breslau** IX, Königlicher Botanischer Garten (durch F. PAX und CARL MÜLLER),

Büttner, Franz, Demonstrator am Pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in **Prag** (durch H. MOLISCH und A. NESTLER),

Esser, P. **HJ.,** (S. V. D.), Lehrer der Anatomie und Physiologie der Pflanzen in **St. Gabriel** bei Mödling-Wien (durch L. KNY und H. SECKT),

Hoffmeister, Dr. **Camill,** Leiter der Versuchsstation für Flachsindustrie in **Trautenau** (durch F. CZAPEK und L. KNY),

Lloyd, L. G., The Lloyd Library, **Cincinnati** (O.) U. S. A. (durch OTTO MÜLLER und CARL MÜLLER),

Porsild, Morten, mag. sc. in **Kopenhagen,** Botanisk Have (durch E. WARMING und E. BÖRGESEN).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Hermann, E., in **Wirthy,**
Sperlich, Dr. **A.,** in **Innsbruck,**
Votsch, Wilhelm, in **Halle a. S.,**
Bessey, Ernest A., B. sc., in **Washington.**

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft die Mitteilung von dem Hinscheiden der ordentlichen Mitglieder

Herrn Oberlehrer Dr. **W. Moehring**

in Schöneberg bei Berlin und

Herrn Civilingenieur **Josef Franz Freyn,**

langjährigen Mitgliedes der Kommission für die Flora von Deutschland, welcher am 16. Januar 1903 in Prag-Smichow verstarb.

Sodann beklagt die Gesellschaft den Tod der

Frau verw. Professor **Emma Russow**

in Dorpat.

Zum ehrenden Gedächtnis an die Verstorbenen erhoben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Mitteilungen.

I. C. van Hall: Die Sankt-Johanniskrankheit der Erbsen, verursacht von Fusarium vasinfectum Atk.

(Vorläufige Mitteilung).

Mit Tafel I.

Eingegangen am 29. Dezember 1902.

Schon seit mehreren Jahrzehnten haben die Erbsenfelder in der Provinz Zeeland zu leiden von einer Krankheit, die gewöhnlich Ende Juni, ungefähr um Johannistag, sich zu äussern anfängt. Das Kraut wird gelb und fängt an abzusterben, und die ganze Pflanze ist bei trockener Witterung nach einigen Tagen, bei feuchter Witterung erst nach längerer Zeit tot.

An den Stellen, wo sich diese Krankheit einmal gezeigt hat, tritt sie immer wieder auf, wenn nicht mehrere Jahre hindurch andere Gewächse angebaut werden. Eine bestimmte Wahl dieser Gewächse ist nicht nötig, da nach der Meinung der Landwirte nur die Erbse von dieser Krankheit befallen wird. Es bedarf jedoch einer längeren Zeit, bevor die Stellen wieder als infektionsfrei betrachtet werden können, und manche Landwirte sind selbst der Meinung, dass solche Stellen nie wieder gesund werden. Daher gibt es in Zeeland mehrere Orte, wo der Johanniskrankheit wegen gar keine Erbsen mehr angebaut werden.

Obwohl diese Krankheit den Landwirten schon längst bekannt ist, hörte ich erst im Laufe dieses Jahres von ihr sprechen, und auch anderen Phytopathologen scheint sie unbekannt geblieben zu sein.

Eine Untersuchung der kranken Pflanzen zeigte mir alsbald, dass hier eine Pilzkrankheit der Wurzeln vorlag. Wie schon die äusseren Symptome auf eine Wurzelkrankheit hinwiesen, so bestätigte die mikroskopische Untersuchung diese Vermutung. Es zeigte sich, dass Rinde und Mark der Wurzeln immer durchsetzt waren von einem Mycelium, dessen Hyphen quer durch die Zellen liefen (Fig. 3). Das Gewebe der Wirtspflanze zeigte hierbei oft eine rote oder braune Verfärbung, die sich auf einem Querschnitt durch die Wurzeln stellenweis zeigte.

In der Absicht, den Pilz näher kennen zu lernen und zu erfahren, ob es immer derselbe Pilz war, welcher sich in den kranken

Wurzeln befand, legte ich von dem inneren Gewebe von etwa sieben Wurzeln Kulturen an. Jedesmal wurde ein kleines Stückchen aus dem inneren Gewebe einer kranken Wurzel auf einen geeigneten Nährboden[1]) in einer Petri-Schale gelegt. Alsbald wuchs das Mycelium aus den Wurzelstückchen heraus und weiter über den Nährboden hin, und in allen Fällen war es derselbe leicht kenntliche Pilz, der in Reinkultur zum Vorschein kam.

Sehr charakteristisch ist die rote Färbung, welche auf vielen Nährböden, doch nicht auf allen, auftritt und deren Ton manchmal mehr rosa ist, manchmal bis zum carminrot geht.

Schon nach zwei- oder dreitägiger Kultur (24°) tritt Sporenbildung ein. Zuerst werden kleine ein- oder zweizellige Konidien gebildet, und zwar in Mehrzahl an besonderen Trägern (Fig. 1, *t*) oder auch unmittelbar an den vegetativen Hyphen (Fig. 1, *v*); zwischen diesen beiden Extremen sind allerlei Übergänge vorhanden. Die Träger können sehr kurz sein, und auch die vegetativen Hyphen können als Konidienträger endigen (Fig. 1, *c*). Die Grösse und Gestalt dieser Sporen ist verschieden (Fig. 2). Wie aus Fig. 1 ersichtlich, bildet das Mycelium oft Anastomosen (Fig. 1, *a*).

Nach der Weise dieser Konidienbildung und der Gestalt der Konidienträger konnte der Pilz als eine Art *Cephalosporium* angesehen werden.

Alsbald treten andere Konidien auf; diese sind gekrümmt und fünfzellig (Fig. 5) und entstehen auf freilich oft schwach entwickelten Hyphenknäueln (Sporodochien). In Bezug auf diese Fruktifikation ist der Pilz eine *Fusarium*-Art.

Mitunter bilden sich hier und da runde, dickwandige Sporen, die sehr inhaltsreich sind. (Fig. 4).

Diese verschiedenen Fruktifikationen lassen sich auch auffinden an dem Mycelium, das aus den kranken Wurzeln hervortritt, wenn man sie einige Tage im feuchten Raume verweilen lässt und selbst in den Zellen der Wirtspflanze tritt bisweilen die *Cephalosporium*-Fruktifikation an den Hyphen des Parasiten auf; doch ist dies immerhin eine ziemlich seltene Erscheinung.

Höhere, Asci enthaltende Fruchtformen (Perithecien konnten erwartet werden) zeigten sich weder auf den verschiedenen Nährböden, noch auf den kranken Pflanzen.

Als meine Beobachtungen so weit gediehen waren, kam mir eine Abhandlung von ERWIN SMITH[2]) unter die Augen über die Verwelkungskrankheit der Baumwolle, Melone und „Cowpea" (*Vigna catiang*) und

1) Sehr geeignet war z. B. ein nicht filtriertes Dekokt von Erbsenblättern und -stengeln, dem 1 pCt. Rohrzucker und 0,25 pCt. Pepton „Witte" hinzugefügt war.

2) Wilt Disease of Cotton, Watermelon and Cowpea, by ERWIN F. SMITH, Bulletin 17 Div. of Veg. Phys. and Path., U. St. Dep. of Agr.

über den Pilz, von dem sie verursacht wird. Die Beschreibung des Parasiten liess keinen Zweifel darüber, dass wir denselben Pilz beobachtet hatten.

Erwin Smith konnte konstatieren, dass bei allen drei Wirtpflanzen der Parasit dieselben morphologischen Charaktere zeigte und jedenfalls derselben Art (*Fusarium vasinfectum* Atk.) angehörte. Doch bewiesen seine Infektionsversuche, dass auf jeder dieser drei Wirtspflanzen der Parasit sich besonders adaptiert hatte und man also drei Gewohnheitsrassen unterscheiden musste, deren jede sich auf einer der drei genannten Pflanzen als Parasit angepasst hatte. Erwin Smith unterschied daher: *Fusarium vasinfectum* Atk. (Parasit auf Baumwolle), *a*. var. *tracheiphylla* (Parasit auf *Vigna catiang*) und *β*. var. *nivea* (Parasit auf Melone).

Nur in zwei Hinsichten zeigte sich auch ein morphologischer Unterschied zwischen diesen Formen: der Parasit der *Vigna catiang* war befähigt, Perithecien[1]) zu bilden, und bildete diese leicht sowohl auf künstlichem Nährboden wie auf der Wirtspflanze, während den beiden anderen Formen diese Eigenschaft scheinbar durchaus fehlte; das Vermögen, die obengenannten runden Sporen (Fig. 4), welche Erwin Smith als Chlamydosporen bezeichnet, zu bilden, schien aber nur dem Parasiten der Melone (also der var. *nivea*) eigen zu sein.

Was diese beiden Eigenschaften anbelangt, stimmt der von mir beobachtete Parasit der Erbse am meisten überein mit der var. *nivea*, denn bei beiden kommt Chlamydosporen-Bildung vor und fehlt Perithecien-Bildung. Doch ist es unwahrscheinlich, dass beide Formen auch in ihren parasitischen Eigenschaften übereinstimmen; jedenfalls ist in Holland die von *Fusarium vasinfectum* var. *nivea* verursachte Krankheit unbekannt.

Es erscheint daher als das einfachste, den Parasiten der Erbse vorläufig als selbständige Varietät zu betrachten. Wir können sie als *Fusarium vasinfectum* var. *Pisi* bezeichnen. Doch werden erst Infektionsversuche mit den genannten Arten von Wirtspflanzen hierüber sichere Aufklärung geben können.

Mit solchen Versuchen habe ich auch jetzt schon einen Anfang gemacht, doch nur bei den Erbsenpflanzen hatten sie unzweideutige Resultate. Als Versuchspflanzen dienten Exemplare, die in Sachs'scher Nährlösung gezogen waren; solche Wasserkulturen bieten nämlich den Vorteil, dass sie sich besser observieren lassen als Topfkulturen. Als das Stengelchen eine Länge von etwa 5 *cm* erreicht hatte, wurde bei sechs der Versuchspflanzen ein kleines Stückchen Mycelium von einer Reinkultur auf Pepton-Saccharose-Agar lose dem Wurzelhals angefügt; Sorge wurde dabei getragen, dass durchaus keine Verwundung

1) Mit Rücksicht auf diese Fruktifikation wurde der Pilz *Neocosmospora vasinfecta* Smith benannt.

stattfand. Schon zwölf Tage später zeigten alle diese Pflanzen, im Gegensatz zu den nicht infizierten Kontrollpflanzen, eine braune Verfärbung des Wurzelhalses, welche sich teilweise auch auf das hypocotyle Internodium bis zu den Kotylen erstreckt hatte. Eine dieser Pflanzen wurde dann der mikroskopischen Untersuchung geopfert und so zeigte sich, dass die Hyphen des Pilzes schon einen grossen Teil der Wurzelrinde bis zum Holzring durchwuchert hatten. Die übrigen fünf infizierten Erbsenpflanzen blieben im Gewächshaus stehen; nur wurde von Zeit zu Zeit die Nährlösung erneuert. Leider fielen einige Wochen später zwei dieser Pflanzen den Mäusen zum Opfer, welche unser Gewächshaus namentlich im Winter oft mit ihrem unwillkommenen Besuch beehren. Die übrigen drei infizierten Pflanzen wuchsen normal weiter, bis ihre Blätter ungefähr sechs Wochen nach erfolgter Infektion anfingen, gelb zu werden. Dann wurden sie der mikroskopischen Untersuchung geopfert, und jetzt zeigte sich, dass das ganze Gewebe des Wurzeshalses völlig von Mycel durchwuchert war. Namentlich die Zellen des Markes waren von den Hyphen ganz durchsetzt, und hier und da zeigte sich in diesen Zellen die *Cephalosporium*-Fruktifikation. In diesen Geweben liessen sich die Hyphen des Parasiten bis in mehrere Centimeter weite Entfernung von der Infektionsstelle verfolgen.

Auf Vollständigkeit können diese wenigen Infektionsexperimente natürlich keinen Anspruch machen, und viele weitere Versuche werden nötig sein, um die Eigenschaften des Parasiten genau kennen zu lernen. Es schien mir jedoch schon jetzt der Mühe wert mitzuteilen, dass der merkwürdige Pilz, der von ERWIN SMITH in Amerika als Parasit auf Baumwolle, Melone und *Vigna catiang* beobachtet wurde, bei uns in Holland in der Provinz Zeeland schon seit Jahren auftritt als vernichtender Feind der Erbsenkulturen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Mycelium von *Fusarium vasinfectum* var. *Pisi* mit *Cephalosporium*-Fruktifikation. Bei *t* werden die Sporen gebildet an einem Mycelaste, der sich als echter Conidienträger ausgebildet hat; bei *v* entstehen sie an den Seiten von vegetativen Hyphen, bei *c* am Ende einer vegetativen Hyphe. Das Mycelium bildet Anastomosen bei *a*. — (Kultur auf Erbsenkrautdekokt-Agar.) Vergr. 380.

„ 2. Sporen aus derselben Kultur, stärker vergrössert. Vergr. 1000.

„ 3. Teil des Gewebes einer kranken Erbsenwurzel — *mm* Zellen aus dem Mark, *hh* Holzgefässe. Das Mycel ist vorwiegend im Marke verbreitet, der Holzkörper ist weniger von den Hyphen durchsetzt. In zwei Markzellen hat sich eine *Cephalosporium*-Fruktifikation entwickelt. Vergr. 216.

„ 4. Mycelium von *Fusarium vasinfectum* var. *Pisi* mit runden, dickwandigen Sporen (von ERWIN SMITH als Chlamydosporen aufgefasst). Vergr. 380.

„ 5. Dasselbe Mycelium wie in Fig. 4 mit *Fusarium*-Fruktifikation. Vergr. 1000.

2. F. Hegelmaier: Zur Kenntnis der Polyembryonie von Euphorbia dulcis Jacq. (purpurata Thuill.).

Mit Tafel II.

Eingegangen am 1. Januar 1903.

Im 8. Heft des Jahrgangs 1901 dieser Berichte (S. 488 ff.) sind von mir Mitteilungen gemacht worden, aus welchen hervorging, dass bei der genannten Pflanze in den überwiegend häufigen Fällen eine Mehrzahl von Vorkeimen im Scheitelende des Keimsackes angelegt wird, von welchen auch einige (2—3) sich bis zur Samenreife zu erhalten und entsprechend weiter zu entwickeln imstande sind. Ferner hatte sich ermitteln lassen, dass in Kombination mit diesem Verhalten gewisse Eigentümlichkeiten des pollenbildenden Apparates derselben Pflanze zu Tage treten, die, kurz ausgedrückt, in einer mehr oder weniger weitgehenden Reduktion und Sterilisation des ebengenannten Apparates bestehen, und dass beide Eigenschaften zusammen *E. dulcis* vor allen anderen bisher untersuchten Gattungsgenossen auszeichnen. Denn die vereinzelten Ausnahmsfälle von Zwillingen bei zwei annuellen Arten von *Euphorbia*, die in der Litteratur verzeichnet sind, können aus guten Gründen nicht unter denselben Gesichtspunkt gestellt werden wie die Polyembryonie von *E. dulcis*.

Im übrigen konnte auf einige nicht unwesentliche Fragen, welche die Embryologie der genannten *Euphorbia* betreffen, bei den beträchtlichen Schwierigkeiten, welche das Objekt der Untersuchung entgegensetzt, keine bestimmte Antwort gegeben werden. Leider haben auch weitere Beobachtungen, zu welchen sich im verflossenen Sommer Gelegenheit geboten hat, keinen ganz befriedigenden Abschluss bezüglich gewisser zurückgebliebener Zweifelpunkte herbeigeführt. Dagegen werden sie immerhin gestatten, die früheren Angaben teils in einzelnen Punkten zu berichtigen, teils nach einigen Seiten zu erweitern; hierüber sollen die folgenden Zeilen Rechenschaft geben. Zum Zweck einer möglichst sorgfältigen Beobachtung war es einerseits nötig, die Pflanze während und nach der Blütezeit an ihren verschiedenen natürlichen Standorten wiederholt zu besuchen; andrerseits aber wurde eine Anzahl von Stöcken, sobald zu Anfang des Frühjahrs die jungen Sprosse über der Bodenoberfläche sichtbar wurden, ausgehoben und teils in Töpfen, teils in möglichster gegenseitiger Isolierung, an verschiedenen geeigneten Stellen meines Hausgartens kultiviert, wo sie während etlicher Wochen täglich durchgesehen und nötigenfalls mit Excisionen in zweckmässiger Weise behandelt werden konnten.

Was zunächst die Reduktion der pollenbildenden Inflorescenzteile und die Sterilisierung der Mikrosporen selbst betrifft, so hatten die früheren Beobachtungen nur zur Feststellung dieser allgemeinen Tatsache geführt. Spezialisierte Untersuchung der verschiedenen einzelnen Standortsmaterialien hat nun aber das nähere, nicht uninteressante Ergebnis gehabt, dass die — nach aussen einen gut abgegrenzten Typus darstellende — *E. dulcis* in eine Reihe von biologisch differenzierten Einzelsippen zerfällt, welche sich voneinander in eben den in Rede stehenden Verhältnissen unterscheiden, bei welchen also, mit anderen Worten, der Umbildungsvorgang, in welchem sie offenbar begriffen sind, verschieden weit vorgeschritten zu sein scheint. Es giebt extrem oligandre, fast rein weiblich gewordene, und relativ polyandre Geschlechtsformen, ferner solche, welche, verschieden abgestuft, zwischen diesen Endzuständen Mittelstellungen einnehmen. Wenn im folgenden der Kürze wegen von Formen die Rede ist, so werden darunter solche geschlechtlich differenzierte Formen zu verstehen sein. Eine scharfe gegenseitige Abgrenzung dieser Formen ist, nebenbei bemerkt, ebensowenig durchführbar wie eine scharfe Schematisierung vieler Individuenkomplexe, mit denen die morphologische Systematik operiert. Es handelt sich hierbei nicht etwa um Differenzen der allgemeinen Kräftigkeit des Wuchses oder des Ernährungszustandes; sowohl eine oligandre als eine polyandre Form kann robuste Tracht und ein reiches Verzweigungssystem aufweisen und umgekehrt. Ebensowenig lässt sich bei Vergleichnng der Standortsverhältnisse ein Einfluss der äusseren Faktoren, insbesondere der Exposition und der damit verbundenen Verschiedenheiten der Belichtung und Feuchtigkeit auffinden; und endlich kommt in der Verschiedenheit der Zahl der Staubblüten in den Cyathien nicht etwa der Verzweigungsgrad, welchem die Cyathien entstammen, zum Ausdruck, oder jedenfalls nur in geringem Mass. Vielmehr bleibt sich die Oligo- oder Polyandrie einer bestimmten Form in den Cyathien verschiedener Verzweigungsgrade zwar nicht ganz gleich, zeigt aber nur eine geringe Modifikation. Die Cyathien einer bestimmten Form behalten den poly- oder oligandren Charakter durch die verschiedenen Verzweigungsgrade ganz wesentlich, wenn auch nicht in absolutem Zahlenverhältnis bei; dagegen finden sich die Pflanzen eines bestimmten Charakters stets horstweise beisammen, so dass ein bestimmter Spezialstandort mit Stöcken einer und derselben geschlechtlichen Qualität besetzt ist. Einige nähere Angaben mögen dies belegen. Unter den extrem oligandren Pflanzen, welchen die Mehrzahl der untersuchten Formen angehört, gibt es solche, welche überhaupt nur in einzelnen Cyathien eine Staubblüte auffinden lassen, welche also fast rein weiblich geworden sind. Andermal umschliessen die

Cyathien niederer Ordnung noch eine oder auch zwei Staubblüten, sei es mit regelmässig ausgebildeter, sei es mit nur halbseitig entwickelter oder im unreifen Zustand vertrocknender Anthere, während jene des folgenden Verzweigungsgrades bloss noch weiblich sind. Daneben besteht übrigens das ganz allgemein, auch für andere Formen gültige Verhältnis, dass häufig das Cyathium erster Ordnung, d. h. das terminale Cyathium der Enddolde und etwaiger vorausgehender Blattachselzweige, mitunter auch noch das an den primären Doldenstrahlen terminale Cyathium überhaupt gänzlich steril ist, ein auch bei anderen Euphorbien vielfach verbreitetes Verhalten, das daher hier nicht weiter in Betracht zu ziehen ist. — Als extrem polyandrisch hat sich andrerseits eine Form erwiesen, welche in den Cyathien erster Ordnung (wofern solche überhaupt Blüten enthalten), sowie in jenen zweiter Ordnung nicht weniger als 10—12 Staubblüten produziert, welche Zahl alsdann in jenen dritter Ordnung auf 8—9 heruntersinken kann; es scheint übrigens diese männlich-luxuriierende Form ziemlich selten zu sein, da sie nur an einem einzigen beschränkten Standort unter ziemlich zahlreichen untersuchten aufgefunden wurde, den sie allerdings in einer beträchtlichen Zahl von Stöcken ausschliesslich besetzt hält. Es ist ferner bemerkenswert, dass einerseits diese Pflanzen nicht selten Cyathien tragen, die ganz ausschliesslich männlich sind, was bei anderen Formen nur als vereinzelte Ausnahme vorkommt; andrerseits aber, dass gerade die zahlreichen hier vorhandenen Staubblüten in überwiegender Mehrzahl ganz unfruchtbar sind und eine Anthere tragen, welche vor der Reife verschrumpft, so dass die allermeisten Cyathien ausschliesslich solche vor der Zeit absterbende Staubblüten umschliessen. Es ist, um ein Bild zu gebrauchen, so, als ob die Pflanze den Versuch machen würde, sich zur Dioecie zu entwickeln, dieser Versuch aber nach der einen Seite — der Entstehung männlicher Pflanzen — weniger gut gelingen würde als nach der entgegengesetzten.

Zwischen den geschilderten Extremen stehen manche intermediäre Formen, bei welchen die Cyathien die in meinem früheren Aufsatz erwähnte Anzahl von 2—5, selten bis zu 6 und 7 Staubblüten führen, und die diesbezüglich keiner näheren Beschreibung bedürfen.

Dass es sich aber bei diesen Differenzen nicht um die Wirkung bloss zeitlicher und örtlicher Einflüsse handelt, dafür spricht nicht bloss das, was oben in Betreff der Standortsverhältnisse angegeben worden ist, sondern auch der Umstand, dass in den beiden Beobachtungsjahren die Standortsformen, soweit sie vergleichend untersucht worden sind, ihren geschlechtlichen Charakter beibehalten haben. Ausserdem ist auch dieser biologische Charakter bei den in Kultur genommenen Stöcken zunächst im ersten Jahre gleich geblieben; dieselben gehören einer extrem oligandren Form an und

verhalten sich in dieser Beziehung identisch mit den an dem betreffenden natürlichen Standort zurückgebliebenen. Inwieweit freilich der geschlechtliche Charakter in dauerhafterer Form befestigt, beziehungsweise etwa in nachweisbarem Fliessen begriffen sein mag, würde nur durch länger fortgesetzte Beobachtung, wozu vor allem die Verfügung über einen gut unterhaltenen Versuchsgarten erforderlich wäre, untersucht werden können.

Dieselben Abstufungen des Grades der Sterilisation, wie sie in dem Fehlschlagen oder dem frühzeitigen Absterben mehr oder weniger zahlreicher Staubblüten sich geltend machen, treten auch zu Tage hinsichtlich der zweiten unter diesen Gesichtspunkt fallenden Eigenschaft, nämlich der abortiven Beschaffenheit eines Teiles der Pollenkörner; diese Bezeichnung dürfte zweckmässiger sein als der früher von mir gebrauchte Ausdruck „untauglich". Auch in Beziehung auf die Zahl der effektiv zur Ausbildnng kommenden Mikrosporen bestehen offenbar inhärente Unterschiede; und es zeigen in diesem Punkt die in einem Horst beisammenstehenden Pflanzen wesentlich das gleiche Verhalten. Ferner ist dieses in den Antherenfächern aus Cyathien verschiedener Verzweigungsgrade innerhalb enger Grenzen dasselbe. Es lässt sich dies leicht in den wesentlichen Zügen feststellen, indem man den Inhalt der Antheren auf dem Objektträger verteilt und die in das Gesichtsfeld jeweils fallenden wohlgebildeten und abortiven Mikrosporen abzählt; macht man einige derartige Zählungen — und es sind deren im ganzen einige Hunderte in vergleichender Weise veranstaltet worden — so lassen sich durch Bestimmung des Mittels aus den Einzelzählungen Zufälligkeiten tunlichst ausschliessen. Es hat sich nun gezeigt, dass die bestehenden Differenzen grösser sind, als aus meinen früheren Angaben hervorging. Es gibt hochgradig oligospore Formen, bei welchen wohlgebildete Pollenkörner durchschnittlich etwa 5 pCt. der Gesamtmenge betragen und einzelne Antheren fast apospor sich verhalten, indem sie nur vereinzelte gesunde Pollenkörner auffinden lassen; dies war z. B. der Fall bei der oben erwähnten polyandren Form, so weit die Antheren überhaupt zur Reife kamen, aber auch bei einer extrem oligandren Form. Andrerseits aber kam eine Form mit 50—60 pCt. wohlgebildeter Pollenkörner (ein Verhältnis, wie es in keinem anderen Fall erreicht wurde), und zwar in 5—7männigen Cyathien, also, wenn ich mich so ausdrücken darf, eine Form von in doppelter Richtung verhältnismässig gut erhaltener Potenz, zur Untersuchung. Im übrigen geht schon aus dem oben angeführten hervor, dass konstante Beziehungen zwischen Oligo- und Polyandrie und dem Prozentsatz an abortiven Pollenkörnern nicht nachzuweisen sind.

Es kann ausdrücklich hervorgehoben werden, dass die hier in

Kürze erwähnten weitgehenden Unterschiede in der geschlechtlichen Ausstattung bei einer Art zu Tage treten, welche im übrigen nach aussen einen verhältnismässig sehr gut abgeschlossenen, von anderen, auch den nächstverwandten, wohl abgegrenzten Komplex darstellt, während diese nächstverwandten, so weit meine Erfahrungen reichen, nur die gewöhnlichen Geschlechtsverhältnisse darbieten. Denn als eine solche „gute“ Art erscheint *Euphorbia dulcis* rücksichtlich der massgebenden morphologischen Charaktere, nach der Gesamtheit des einschlägigen Materials, das ich habe einsehen können. Auch *Euphorbia alpigena* Kern. kann höchstens den Rang einer Varietät beanspruchen; die in meinem früheren Aufsatz erwähnten kultivierten Pflanzen dieses Namens gehören einer oligandren, meist 2, seltener 1 oder 3 Staubblüten in den Cyathien führenden und dabei hochgradig oligosporen Gruppe an und repräsentieren im übrigen eine Form mit grün bleibenden Fruchtknotenwarzen, relativ starker Behaarung und kräftigem Wuchs. Aber die letztere Eigenschaft geht spontanen, aus der Gegend von Innsbruck stammenden Exemplaren ab; der Grad der Behaarung ist sowohl nach Beobachtungen im Freien, als nach floristischen Zeugnissen sehr schwankend, wie denn selbst die Früchte kahl oder behaart sein können. Mein lebendes Material aus hiesiger Umgebung gehört durchaus der in den Floren mit dem Varietätnamen *Euphorbia purpurata* Thuill. bezeichneten kahlfrüchtigen Modifikation an, welcher wohl allgemein nur ein niederer Grad von Selbständigkeit zuerkannt wird. Grüne Färbung der Fruchtpapillen endlich, die seltener zu sein scheint als rote, wird auch von anderwärts erwähnt und trifft auch bei einer Lokalform hiesiger Gegend zu.

Die früher ausgesprochene Meinung, dass das gewöhnliche Verhalten der Staubblüten darin bestehe, dass sie in den Cyathien eingeschlossen bleiben, kann nach vervielfachten Beobachtungen im Freien in dieser Allgemeinheit durchaus nicht festgehalten werden. Wohl trifft man in sehr zahlreichen Fällen männliche Blüten, welche niemals über den Rand der Cyathien hervortreten und innerhalb der letzteren vertrocknen, ohne auch nur zur Reife gelangt zu sein; und bei oligandren Formen kann es vorkommen, dass während des Gesamtverlaufs der Anthese überhaupt nie, oder nur in vereinzelten Fällen an dem einen oder andere Cyathium eine Anthere aussen sichtbar wird. Aber in sehr vielen anderen Fällen findet man Pflanzen, an welchen täglich die einen und anderen Cyathien eine Staubblüte oder selbst gleichzeitig deren zwei nach aussen hervorstrecken, die dann nach kurzer Dauer von ihren Stielen abzufallen pflegen. Die Streckung dieser Stiele kann auch an Blüten erfolgen, deren Anthere unreif vertrocknet ist, und in solchen Fällen scheint die Abgliederung des Filaments träger zu erfolgen, so dass es bei der extrem polyandren

Form sich trifft, dass die Cyathien eine Mehrzahl hervorgetretener vertrockneter Blüten neben Stielen, von welchen die Filamente abgestossen sind, enthalten. Anderemal dagegen sind die vorgetretenen Antheren wohlgebildet, öffnen sich und enthalten einen Prozentsatz gesunder Pollenkörner, so dass von dieser Seite her die Bedingungen für eine wirksame Bestäubung der Stempelblüten keineswegs fehlen. Hierzu kommt, dass ich zwar an den Pflanzen der natürlichen Standorte, sowie an den unter meinen Augen kultivierten niemals tierische Besucher sehen konnte, dagegen in den Infloreszenzen der im botanischen Garten kultivierten „*Euphorbia alpigena*" häufig Ameisen in Arbeit traf, die offenbar durch das Sekret der Randdrüsen angezogen waren. Entsprechend übrigens dem, wie oben erwähnt, oligandren und oligosporen Charakter dieser Form fanden sich auf zahlreichen im geeigneten Stadium untersuchten Narben derselben, soweit sie überhaupt bestäubt waren, nur in drei Fällen vereinzelte normale, sonst nur abortive Pollenkörner. Bei anderen, im Walde aufgenommenen Materialien ist das Vorkommen von normalen Pollenkörnern auf den Narben neben fremdartigen und abortiven zwar nicht in allen, aber doch in ziemlich vielen Fällen zu konstatieren, und es ist demnach meine frühere diesbezügliche Angabe zu berichtigen; wie hier die Übertragung stattgefunden hat, muss ich zur Zeit dahingestellt sein lassen. Von den unter meinen Augen kultivierten Pflanzen soll nachher besonders die Rede sein.

Dass die normal entwickelten Pollenkörner keimungsfähig sind, daran kann kein Zweifel sein, obwohl ich es bei künstlichen, nach bekannter Methode in 5—10 prozentiger Zuckerlösung gemachten Keimungsversuchen bloss bis zu Anfängen von Schlauchbildung kommen sah. Was die Struktur solcher normaler Pollenkörner betrifft, so konnte ich keine genügende Beschreibung derselben auffinden; speziell die darüber bei MOHL (a. a. O.) und FRITZSCHE[1]) vorkommenden Notizen beschränken sich auf Angaben ihrer äusseren Formverhältnisse; daher näheres in Kürze gegeben werden soll, um so mehr, als diese Struktur wegen gewisser zu erwähnender Varianten nicht ohne Interesse ist. Die Form dieser Mikrosporen ist im trockenen Zustand die so verbreitete dreifurchig-ellipsoidische mit in der Äquatorialgegend der Furchen liegenden Austrittsstellen. Sind die Pollenkörner in wässeriger Flüssigkeit gequollen, so erscheinen diese Stellen bei Flächenansicht fast kreisförmig (Fig. 11), bei polarer Stellung der Körner aber im optischen, die Äquatorialebene repräsentierenden Querschnitt (Fig. 12) als Wandungsstücke der Exine, welche von der übrigen Exine durch scharfe Linien abgegrenzt und als Opercula zu bezeichnen sind. Sie unterscheiden sich von jener

1) Beiträge zur Kenntnis des Pollens (1833) S. 23.

nicht bloss dadurch, dass sie nicht wie dieselbe eine leicht sichtbare, durch feine radiale Streifung sich manifestierende Innenstruktur zeigen, sondern auch dadurch, dass sie nicht cuticularisiert sind; ihre Substanz löst sich schnell in konzentrierter, langsamer in verdünnter Schwefelsäure auf, wird übrigens durch Chlorzinkjodlösung nur leicht gebläut und quillt sogar in verdünnter Kalilösung im Verlauf etlicher Tage zur Unkenntlichkeit auf. Jedes Operculum aber wird (Fig. 11) durch zwei nach innen vorspringende wulstförmige Verdickungen der Intine flankiert, wodurch der Querschnitt des Protoplasten der Körner die Gestalt eines sechsstrahligen Sternes bekommt. Von den abgestumpften Spitzen dieser Figur sind die drei, welche durch die Opercula nach aussen abgeschlossen werden, schmäler als die drei, welche den Interstitien zwischen zwei benachbarten Seitenwülsten entsprechen. Bei der Keimung werden die Opercula nicht abgeworfen, sondern ihre Substanz wird ähnlich wie bei Anwendung verdünnter Schwefelsäure aufgelöst. Die Intinewülste nehmen zwar an der Gelbfärbung der Exine durch Jod- und Chlorzinkjodlösung Anteil, werden aber in dem ebengenannten Lösungsmittel ebenfalls aufgelöst und werden bei der Keimung unkenntlich. Wie es scheint, dient ihre Substanz als Material, das bei der Austreibung der Schläuche verzehrt wird, und würde in diesem Falle wesentlich dieselbe Rolle spielen, welche den an bestimmten anderen Stellen der Intine bei bestimmten Pflanzen bekannten wulstförmigen Verdickungen zukommt. Solche finden sich bekanntlich nicht neben, sondern gerade unter den Austrittstellen der Pollenzellen von *Campanula-*, *Geranium-*, *Althaea-*, *Malope-*, *Malva-*, *Astrapaea-* und *Curcubita*-Arten[1]).

Anstatt des beschriebenen Baues gesunder Pollenkörner, den man als triporen bezeichnen kann, kommt auch tetraporer (Fig. 13) und selbst pentaporer (Fig. 14) vor; die äquatoriale Sternfigur gestaltet sich bei jenem 8-, bei diesem 10strahlig; im übrigen gilt mutatis mutandis das oben Bemerkte. Tetrapore Pollenkörner sind nicht selten, in dem Inhalt mancher Antheren sogar vorwiegend zahlreich, ob etwa als Eigentümlichkeit bestimmter Stöcke, wurde nicht untersucht. Pentapore Körner dagegen sind nur als, wie es scheint, seltene Ausnahmen, aber in aller Deutlichkeit beobachtet worden. Immerhin liegt hier eine Breite der Variabilität vor, wie sie seither meines Wissens nicht bekannt ist, wiewohl Schwankungen zwischen drei und vier Poren (*Tragia*, *Hirtella*, *Solanum*) oder zwischen vier und fünf (*Specularia*, *Blackwellia*) verzeichnet sind[2]).

Was die abortiven Pollenkörner betrifft, so sind sie in ihrer

---

1) SCHACHT, PRINGSHEIM's Jahrb. II, Taf. XV, Fig. 5; 14; 16; 18; Taf. XVI, Fig. 2; 3; 4; Taf. XVIII, Fig. 20, vergl. HOFMEISTER, Pflanzenzelle, S. 179.

2) MOHL, a. a. O. 45. 83.

ausgeprägten Form von den gesunden sehr verschieden. Nicht bloss sind sie viel kleiner und ist ihr Kern und übriger Protoplast nur in kleinen geschrumpften Resten vorhanden, sondern sie entbehren auch der angegebenen Vorrichtungen für die Keimung; doch ist die Exine von drei linearen Spalten in Meridianrichtung durchzogen, deren Ränder bei äquatorialer Einstellung sich von zwei knötchenförmigen Protuberanzen flankiert zeigen. Auch derartige Pollenkörner kommen in einer vierzähligen Modifikation, statt der gewöhnlichen dreizähligen, vor. (Fig. 15, 16).

Viele Mikrosporen zeigen Mittelzustände zwischen normaler und vollkommener abortiver Beschaffenheit, die nicht näher betrachtet werden können, aber sicherlich so gut wie die letztere Sterilität bedingen. In manchen zeigt auch der Inhalt leicht nachweisbare abnorme Zusammensetzung. Er entbehrt der Stärke, welche sich in kräftigen Pollenkörnern reichlich findet und an deren Stelle alsdann öfters Öltropfen auftreten. Die schwarzblaue Färbung, welche der Inhalt der gesunden unter wässeriger Jodkalium-Jodlösung annimmt, lässt gerade die geschilderte sternförmige Konfiguration des Äquatorialschnitts besonders augenfällig hervortreten. Alle diese Umstände zusammen bedingen es aber, dass der Inhalt mancher Antheren ein Gemisch von ganz wohlgebildeten, ganz abortiven und zweifelhaften Pollenzellen darstellt, in welchem die bezüglichen Prozentsätze schwer abzuschätzen sind, und welches an die entsprechenden Produkte mancher hybrider Pflanzen lebhaft erinnert, obwohl gerade für unsere Euphorbie nach Massgabe der Verhältnisse der Verdacht einer Entstehung durch Artenkreuzung nicht wohl aufkommen kann.

Da die Vermutung immer noch nahe lag, dass die Neigung zur Aposporie keine ausschliessliche Eigenschaft der vorliegenden Art sein dürfte, so wurden ausser den in meinem früheren Aufsatz genannten Gattungsverwandten noch mehrere andere, beliebig herausgegriffene, daraufhin untersucht, für welche gerade passendes, so weit möglich frisches, im übrigen Exsiccaten-Material vorhanden war: *Euphorbia aleppica* L., *amygdaloides* L., *commutata* Engelm., *corollata* L., *Cyparissias* L., *deflexa* Sibth., *exigua* L., *Gerardiana* Jacq., *glabriflora* Vis., *hebecarpa* Boiss., *Ipecacuanhae* L., *luteola* Coss., *Myrsinites* L., *obtusifolia* Poir., *petrophila* C. A. M., *pinea* L., *saxatilis* Jacq., *terracina* L., *variabilis* Ces., *virgata* W. K., aber fast durchaus mit negativem Erfolg. Wo etwa ein gewisser Prozentsatz an abortiven Pollenkörnern zu finden war, wie es bei einzelnen der genannten Arten der Fall war, da beschränkte sich dieses Verhalten auf einzelne Spezialinflorescenzen oder Staubblüten und musste daher auf Rechnung irgend welcher äusserer Umstände gesetzt werden. Eine teilweise Ausnahme bildeten *Euphorbia corollata* und *saxatilis*; die erstere kam von 4 verschiedenen Fundorten ihrer nordamerikanischen Heimat zur Untersuchung, und

es wies das Material bloss von zweien derselben einen wohlgebildeten Pollen, das Material der beiden anderen dagegen einen weit überwiegend abortiven Pollen mit etwa 15, beziehungsweise 30 pCt. normaler Körner auf. Die Ursachen dürften daher auch wohl äusserliche gewesen sein; übrigens enthielten die wenigen halbreifen Früchte, welche untersucht werden konnten, in ihren Samen nur eine einzige Keimanlage. Von *Euphorbia saxatilis* stand zweifaches Material (aus Niederösterreich) zur Verfügung, das eine mit durchaus wohlgebildetem, das andere mit durchaus abortivem Pollen in den zahlreichen Cyathien; die vorhin gemachte Bemerkung wird daher auch hier Gültigkeit haben.

Es sei hier nebenbei bemerkt, dass bei denjenigen anderen polyembryonaten Pflanzen, die mir näher bekannt sind, *Evonymus latifolius* und *Allium odorum* (welch letztere Art seitens ihrer wandständigen Adventivkeime hierher zu ziehen ist), die Untersuchung durchaus wohlgebildeten Pollen von gleicher Beschaffenheit wie bei ihren Gattungsverwandten aufweist.

Was den objektiven Befund rücksichtlich der Zahl, der Formenverhältnisse und Gruppierung der Keimanlagen in den in Weiterentwickelung begriffenen Samenknospen von *Euphorbia dulcis* betrifft, so habe ich dem diesbezüglich früher Angeführten nicht viel beizufügen. Zunächst die Bemerkung, dass Polyembryonie noch in höherem Verhältnis, als angegeben, die herrschende Regel bildet. Mindestens $^3/_4$ der neuerdings untersuchten Samenknospen erwiesen sich als polyembryonat; auch konnte keine Beziehung dieses Zahlenverhältnisses zu dem Grad der Oligosporie oder Oligandrie einer Einzelform festgestellt werden. Anstatt sehr zahlreicher Einzelfälle mögen die wenigen Figuren 1—3, 5—9 verglichen werden. Das Vorkommen von Keimanfängen mit kurz fadenförmigem Suspensor unter der Mehrzahl von solchen ohne Suspensor ist durchaus keine allgemeine Regel, in den meisten Fällen fehlt sämtlichen ein Suspensor; wo ein solcher vorhanden ist, lässt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass eine aus dem Eiapparat entsprungene Keimanlage vorliegt.

Da nach dem oben angeführten die Bedingungen einer wirksamen Bestäubung, wenn auch in vermindertem Massstab vorhanden, doch keineswegs fehlen, und eine Bestäubung mit normalen Pollenkörnern sich wenigstens in manchen Fällen hat auffinden lassen, so musste notwendig die Frage nach dem Stattfinden und der Notwendigkeit einer wirklichen Befruchtung von neuem aufgenommen werden. Die Versuche, in dem Spitzengewebe des Nucellus und im Keimsackscheitel eingedrungene Pollenschläuche aufzufinden und wenigstens insoweit zu einem festen Resultat zu kommen, scheiterten indessen abermals an der früher hervorgehobenen Ungunst des Objekts

und mussten nach wiederholten Bemühungen aufgegeben werden. Inzwischen war aber der Versuch gemacht worden, der Frage der Befruchtung von anderer Seite her, durch genaue Beobachtung der in Kultur genommenen Pflanzen näher zu treten. Erleichtert wurde dies dadurch, dass diese Pflanzen, wie schon erwähnt, einem sehr oligandren Horst entnommen waren. Vom Beginn der Blüte an wurden sie während einiger Wochen — bis zum 20. Mai — täglich 1—2 mal mit der Lupe durchgesehen; bei den in Töpfe gesetzten geschah dies noch öfter; und es wurde nun, so oft sich eine Anthere, stets in geschlossenem Zustand, an der Mündung eines Cyathium zeigte, dieselbe mit einer feinen Schere ausgeschnitten, einigemal auch, wenn dies nicht in einwandfreier Weise gelang, das ganze Cyathium beseitigt. Dieses Verfahren musste an einigen der, wie oben erwähnt, zum Überfluss möglichst isoliert stehenden Pflanzen überhaupt nie angewendet werden, was sich nach dem früher Bemerkten ohne weiteres erklärt; an anderen war es in einzelnen Fällen, an noch andern öfters wiederholt erforderlich. Wo der Pollen aus solchen Antheren untersucht wurde, wies er das gewöhnliche Gemisch abortiver mit einer Minderzahl gesunder Mikrosporen auf, zum Beweis, dass in dieser Beziehung das Versetzen der Stöcke keinerlei Schaden gebracht hatte. Auch zeigten sich einige derselben, die zufällig in günstiger Lage zu Gesicht kamen, durch eine convexe scharfe Scheidewand in zwei sehr ungleich grosse Schwesterzellen geteilt. Der Vollständigkeit wegen sei noch bemerkt, dass von andern Euphorbien bloss die als Gartenunkräuter verbreiteten *Euphorbia Peplus* und *helioscopia* in mässiger Entfernung vorhanden waren. Ein Einwurf, der gegen das Gewicht der geschilderten Methode gemacht werden könnte, der aber leicht zu entkräften wäre, ist der, dass durch irgend welche kleine Tiere Pollen von Antheren, die in den Cyathien verborgen waren, hervorgeholt und übertragen werden konnte. So lange die Staubblüten eingeschlossen sind, sind aber ihre Antherenfächer stets geschlossen. Falls sie überhaupt ausserhalb sichtbar werden und nicht innerhalb der Cyathien vertrocknen, erfolgt ihre Dehiscenz erst nach dem Hervortreten. Es wurden auch einige Narben im geeigneten Stadium der Untersuchung geopfert, ohne dass es möglich war, auf ihnen irgend welche Pollenkörner aufzufinden, dagegen mit dem beiläufigen Ergebnis, dass in den zugehörigen Samenknospen das Endosperm schon bis zum Vorhandensein einer Mehrzahl von Kernen vorgeschritten war, ehe ein Keimanfang bestand.

Alle in der angegebenen Weise behandelten Pflanzen erfuhren in ihren Cyathien der verschiedenen Verzweigungsgrade Fruchtansatz. Sie verhielten sich in dieser Beziehung wie die im Wald verbliebenen. Es ist nicht erforderlich, hier die für die einzelnen Exemplare auf-

genommenen Protokolle mitzuteilen, sondern es genügt die Bemerkung, dass vom 12. Juni an, nachdem seit 3 Wochen das Fahnden nach Staubblüten sich als nicht mehr nötig erwiesen hatte, zu verschiedenen Zeiten in Weiterentwickelung begriffene Früchte mit viertel- bis halbreifen Samen abgenommen wurden, und dass sich diese als polyembryonat erwiesen. Wie unter den wildgewachsenen da und dort ein tauber oder mit frühzeitig verschrumpftem Inhalt versehener Same auftritt, so war es auch hier. Die allermeisten enthielten ein Paket von 2—6 Keimanlagen, nur ein einziger eine solche, verhältnismässig weit vorgeschrittene. Eine Anzahl dieser Samen, die ausreifen gelassen wurden, wurde im Spätsommer gleichzeitig mit einer Anzahl wildgewachsener in feine, mit etwas Sand gemischte Erde gesät und diese unter Glasglocken mässig feucht gehalten, ohne dass es im Verlauf von 6 Wochen zu irgend einer Keimung kam; während der Herbstferien sind diese Kulturen endgültig vertrocknet.

Es erübrigt jetzt noch, soweit es sich um Tatsächliches handelt, einen Blick auf die spezielle Herkunft der mehrzähligen Keimanlagen zu werfen, und es ist dies um so nötiger, weil es durchaus nicht leicht gewesen ist, hierüber zu einer festen Ansicht zu kommen. Vielleicht wäre dies sogar überhaupt nicht möglich gewesen, wenn nicht andere Pflanzen, bei welchen die morphologische Grundlage der Polyembryonie seit lange in überzeugender Weise dargelegt ist[1]), den Fingerzeig gegeben haben würden. Denn neben der sonstigen Ungunst unseres Objekts ist es noch die Raschheit, mit welcher sich die entscheidenden Prozesse vollziehen, gegenüber dem langsamen und successiven Charakter, welchen die Entwickelung der Adventivembryen z. B. bei *Citrus* und *Alchornea* zeigt, was hindernd und verwirrend wirkt. Wohl entstehen, wie schon der Augenschein solcher Bilder wie Fig. 5, 6, 8a, 9 zeigt, auch bei *Euphorbia* die Vorkeimanlagen zu verschiedenen Zeiten, aber in einer Samenanlage muss sich die Entstehung des ganzen Komplexes innerhalb weniger Tage vollziehen; von der zweiten Hälfte des Mai an sind bereits Samen mit ganz gefestigtem Endosperm und ausgewachsenen Keimen im Freien zu treffen. Untersucht man in der entscheidenden Periode, so findet man die meisten Keimanfänge, selbst solche, die erst aus wenigen (mitunter 2—3) Zellen bestehen, gänzlich freiliegend in dem Plasmainhalt der Keimsackspitze zwischen den Kernen des Endosperms eingebettet. Es entsteht der Schein, als ob sie aus frei gebildeten Zellen hervorgegangen seien, und es wird vollkommen verständlich, dass Beobachter wie Tulasne, Schacht, Hofmeister bei den von ihnen untersuchten Pflanzen zu solchen Auffassungen haben gelangen können. Dass ein Keimanfang im status nascendi im Zusammenhang

1) Strasburger, Polyembryonie 1878.

mit dem Nucellusgewebe getroffen wird, ereignet sich selten; das Auffinden solcher Fälle gelingt nur, wenn geflissentlich darnach gesucht wird (Fig. 6, 9), wobei sich die Ursprungszellen vornehmlich kenntlich machen durch grössere Dichtigkeit und stärker lichtbrechende Beschaffenheit des Inhalts. So gelangt man bei fortgesetzter Untersuchung doch zu der Ueberzeugung, dass eine Mehrzahl von Adventivkeimanlagen nucellaren Ursprungs ist; und durch Ausschliessung anderer Entstehungsmöglichkeiten kann dieselbe nur befestigt werden. Von STRASBURGER ist gezeigt worden[1]), wie insbesondere bei *Citrus* die Zellen des Nucellus, welche den Adventivkeimen den Ursprung geben, und diese selbst sich frühzeitig von einander und von der Umgebung sondern und abrunden, und entsprechendes muss auch bei *Euphorbia* eintreten und kann selbst Fälle, wie den in Fig. 8a dargestellten erklären. Jedenfalls sind es aber bei *Euphorbia* Zellen der oberflächlichen, an die Keimsackhöhle grenzenden Lage, um die es sich hier handelt; dass tiefer gelegene Elemente in solcher Weise in Tätigkeit treten würden, lässt sich durch keinerlei Beobachtung erweisen. Vergleicht man freilich Fälle, wie den obenerwähnten Fig. 8a, sowie die in Fig. 5, 6, 9 abgebildeten (und solche sind in Menge zur Anschauung zu bringen) mit dem in Fig. 4 dargestellten, in welchem neben dem Eiapparat noch eine geringe Mehrzahl von freien Kernen in dessen Nachbarschaft vorhanden ist, so könnte die Meinung entstehen, dass solche Kerne (beziehungsweise Zellen) für die Entstehung der Adventivembryen in Anspruch zu nehmen seien. Allein es kann kein Zweifel sein, dass die genannten Kerne die ersten Kerne des Endosperms sind, dessen erste Teilungsschritte sich vollzogen haben, ehe der Eiapparat zu einer Weiterentwickelung schreitet. Und was den ebengenannten Apparat anbelangt, so lassen sich in ihm mehr als 3 Zellen nicht auffinden. Die nucellaren Vorkeime sind ohne Suspensor; wo ein solcher (in kurzer Fadenform) vorhanden ist, muss der zugehörige Keimanfang dem Eiapparat angehören (Fig. 5); es gibt aber Fälle, wo nicht bloss ein, sondern zwei solcher Keimanfänge vorhanden sind (Fig. 6). Auch der in Fig. 10 abgebildete, schon etwas vorgeschrittenere Keim ist aus einem Paket sonst trägerloser Vorkeime herausgeschält worden. In den sehr gewöhnlichen Fällen, in welchen sämtliche Vorkeime ohne Suspensor sind, werden diese alle als nucellare Adventivkeime in Anspruch zu nehmen sein.

Es besteht nach dem Dargelegten für mich kein Grund, von der früher ausgesprochenen Ansicht, dass die Hauptmasse der embryonalen Produkte nucellaren Ursprungs sei, dass aber auch der Eiapparat im stand sei, mehr als ein einziges Erzeugnis dieser Art

1) A. a. O.; speziell S. 9, 10.

zu liefern, abzugehen. Da der Raum der Keimsackspitze, auch bei der allmählichen Erweiterung, die er mit dem Wachstum der Samenanlage erfährt, verhältnismässig sehr beschränkt ist, so müssen die früher entstandenen Keimanfänge durch die anderen, nachdrängenden vielfach disclociert, von ihren Ursprungsstellen abgehoben, der ganze Komplex aber unter gegenseitigen Pressungen zu dem Klumpen zusammengedrängt werden, als der er sich in der Folge darstellt.

Das oben Dargelegte lässt sich kurz in folgender Weise zusammenfassen: 1. Die Möglichkeit einer Befruchtung, obgleich dieselbe nicht positiv beobachtet und obgleich ihre Wahrscheinlichkeit durch die bestehende teilweise Sterilisierung des Mikrosporen bildenden Apparates vermindert ist, lässt sich keineswegs in Abrede stellen. Es mag sogar für wahrscheinlich gehalten werden, dass sie in manchen Fällen erfolgt. 2. Zur Entstehung von adventiven Vorkeimen, mindestens solchen nucellaren Charakters, ist Bestäubung nicht erforderlich. Ob bei Ausbleiben von Bestäubung und Befruchtung auch aus dem Ei eine Keimanlage entstehen kann oder nicht, ob also wirkliche Parthenogenese Platz greifen kann, bleibt vorerst zweifelhaft. Ein Widerspruch zwischen den Sätzen 1 und 2 würde immerhin nicht bestehen, mag der sub 1 zurückbleibende Zweifel sich lösen wie er will. In dem Fall, als das Stattfinden von Befruchtung für manche Samenknospen sichergestellt werden könnte, wären verschiedene Möglichkeiten zur Zurechtlegung der vorliegenden Daten denkbar. Eine derselben wäre die, dass eben in denjenigen Fällen, in welchen Befruchtung und Entstehung eines generativen Keims unterbleibt, die Anlegung adventiver Keime vikariierend eintrete: hiergegen spricht aber, dass Vorkeimbildungen nucellaren Charakters und solche, die offenbar Zellen des Eiapparates entstammen, vereinigt vorkommen. Wahrscheinlicher wäre daher, dass die Fähigkeit zur Produktion adventiver Keime von der Pflanze überhaupt, etwa in Correlation mit der Neigung (sit venia verbo) zur Aposporie, erworben ist und dass solche — immer vorausgesetzt, dass in einem Teil der Fälle Befruchtung erfolgt — neben generativen entstehen können, eventuell aber auch ohne letztere. Indessen handelt es sich auch hier immerhin nur um Möglichkeiten, welche an Wahrscheinlichkeit gewinnen würden, wenn sich dartun liesse, dass die unter Ausschliessung der Bestäubung erzielten Samen bloss nucellare Vorkeime führen. Obwohl ich bei den betreffenden Pflanzen keine Vorkeime mit Suspensor beobachtet habe, so ist doch die Zahl der aus dem beschränkten Material gewonnenen Präparate zu gering, um etwas Bestimmtes aussagen zu können.

Wie dem auch sein mag, so besteht für mich zur Zeit kein Grund, die früher ausgesprochene Vermutung, dass in unserer *Euphorbia* eine Art vorliege, die sich in Umbildung zu Apogamie

(eventuell auch Parthenogenese) befinden dürfte, aufzugeben. Eine zusammenfassend theoretisierende Behandlung der auf diesem ganzen Gebiet, was Blütenpflanzen anbelangt, sich ergebenden Erscheinungen wäre wohl gegenwärtig bei dem raschen Fluss, in welchem das Beobachtungsmaterial jetzt begriffen ist — sind doch in dem kurzen seit meinem früheren Aufsatz über den Gegenstand verflossenen Zeitraum wieder verschiedene einschlägige Veröffentlichungen[1]) zur allgemeinen Kenntnis gekommen — wenig angebracht.

Erklärung der Abbildungen.

Euphorbia dulcis (Jacq.) *purpurata* Thuill.

Fig. 1. Gruppe von zwei halbreifen Keimen, aus einem Samenscheitel entsprechenden Alters herausgeschält. Vergr. 50.

„ 2. Gruppe von drei desgleichen. Vergr. 50.

„ 3. Gruppe von drei desgleichen, teilweise verwachsen, durch leichten Druck ausgebreitet. Vergr. 50.

„ 4. Spitze des Samenknospen-Nucellus (*n*) und Keimsacks mit Eiapparat und ersten Endospermkernen; Längsschnitt. Vergr. 370.

„ 5. Keimsackspitzenteil mit einem mit Suspensor versehenen Vorkeim, drei Adventiv-Vorkeimen ohne Suspensoren und Endospermkernen (Präparat durch leichten Druck etwas in die Breite gedehnt). Vergr. 370.

„ 6. Keimsackspitzenteil mit zwei mit Suspensoren versehenen Vorkeimen, von denen der eine, tiefergelegene (*vk*), nur als Umriss gezeichnet ist, ferner drei Adventiv-Vorkeimen und Kernen des Endosperms. Vergr. 370.

„ 7. Spitzenteil des Nucellus (*n*) und Keimsackes im Längsschnitt. In letzterem zwei Adventiv-Vorkeime. Vergr. 370.

„ 8a und b. Schnitthälften eines ähnlichen Präparats mit einer Mehrzahl verschieden weit entwickelter Adventiv-Vorkeime nebst Endospermkernen; die ersteren teilweise nur in Umrissen gezeichnet. *n* wie oben; *a v k* junger Adventivkeim. Vergr. 370.

„ 9. Ähnlicher Fall wie Fig. 8. Vergr. 370.

„ 10. Mehr vorgeschrittener Keimanfang mit Suspensor; ausgeschält. Vergr. 370.

„ 11. Normales Pollenkorn in Flächenansicht, unter verdünnter Schwefelsäure. Vergr. 470.

„ 12—14. Wohlgebildete Pollenkörner unter wässeriger Jodkalium-Jodlösung; optische Äquatorialschnitte. 12 gewöhnlicher Fall (tripor), 13 tetrapor, 14 pentapor. Vergr. 470.

„ 15, 16. Abortive Pollenkörner, wie vorhin behandelt. 15 entspricht 12; 16 entspricht 13. Vergr. 470.

---

1) J. B. Overton, Contrib. Hull bot. labor. XXXV, 363, 1902 (*Thalictrum purpurascens*). — M. Treub, Ann. jard. bot. Buitenz. 2 sér. III, 124, 1902 (*Ficus hirta*). Die letztere Arbeit ist mir bis jetzt nur aus dem Referat Bot. Ztg. 1902, Nr. 23 bekannt.

3. Hans Molisch: Amoeben als Parasiten in Volvox.

Mit Tafel III.

Eingegangen am 2. Januar 1903.

Im Herbste 1902 trat *Volvox minor* Stein (*V. aureus* Ehrbg.) im grossen Bassin des botanischen Gartens der k. k. deutschen Universität in Prag in sehr grosser Menge auf. Wenn ich mit einem Planktonnetz das Wasser mehrmals durchfuhr und das Plankton dann in ein Glas mit Wasser übertrug, so bildeten die *Volvox*-Kolonien oft einen fingerdicken grünen Bodensatz, der sich bei einseitiger Beleuchtung an einem Nordfenster alsbald vorwiegend am Lichtrande des Gefässes ansammelte.

Eine genaue Untersuchung namentlich an der Hand der vortrefflichen Abhandlung A. MEYER's[1]) ergab, dass es sich hier nicht um *Volvox globator* und auch nicht um *Volvox tertius*, sondern um *Volvox minor* Stein handelte. Die Ende September gesammelten Exemplare zeigten nichts Auffallendes. Als ich aber das *Volvox*-Material Mitte und Ende November untersuchte, war ich überrascht, die in lebhafter Bewegung rollenden Kolonien nahezu ausnahmslos von einer mehr minder grossen Anzahl Amoeben durchsetzt zu finden. (Fig. 1.)

Die Amoeben finden sich gewöhnlich in der knapp unter den Zellen liegenden Schleimschicht, in welcher sie sich ziemlich lebhaft bewegen.

Ihre Zahl schwankt. Ende November konnte ich Kolonien ohne Amoeben überhaupt nicht finden, 5 bis 30 Amoeben in einer Kugel konnte ich sehr häufig zählen, doch stieg die Zahl mitunter noch höher.

Die Länge der Amoeben beträgt im Mittel 17 μ. Sie schwankt zumeist zwischen 10—23 μ.

Die Amoebe enthält abgesehen von den Nahrungsballen eine Vacuole (Fig. 3, *v*) und einen direkt nicht sichtbaren Kern, der aber mit Essigsäure-Methylgrün behandelt, deutlich hervortritt. (Fig. 3, *n*.)

Die Amoebe zeigt eine langsam fliessende Bewegung, die bei der Bewegung gebildeten Pseudopodien erscheinen kurz, stumpf oder fingerförmig (Fig. 3). Ekto- und Entosark konnte ich nicht unterscheiden.

1) A. MEYER, Die Plasmaverbindungen und die Membranen von *Volvox globator*, *aureus* und *tertius* etc. Botan. Zeitung 1896, S. 187.

Es hat sich im Laufe meiner Untersuchung nicht der mindeste Anhaltspunkt dafür ergeben, dass wir es hier mit einem Entwickelungsstadium eines Myxomyceten zu tun haben, etwa mit Myxamoeben, sondern alles spricht vielmehr dafür, dass die *Volvox*-Kugeln von typischen Amoeben besiedelt werden.

Bei stärkerer Vergrösserung kann man die Bewegung der Amoeben und ihre proteusartigen Formänderungen genauer beobachten. Sie halten sich gewöhnlich in oder knapp unter der Region der Zellen auf, wo sie weiden. In ihrem Innern sieht man ein bis mehrere Nahrungsballen, zumeist Stücke oder ganze grüne Zellen, die sie durch Umfliessen in ihrem Plasma einschliessen und verdauen. Viele von den Amoeben erscheinen mit solchen Ingesten vollgepfropft.

Wenn man die Kolonien unter einem durch ein sehr kleines Sandkorn gestützten Deckglas, wo sie nicht die volle Freiheit der Bewegung haben und daher träger um ihre Achse rollen, betrachtet, so gelingt es bei scharfer Einstellung auf die beständig wechselnde Äquatorialebene der Kugel, an einzelnen Kolonien das Eindringen der Amoeben von aussen direkt zu beobachten. Die Amoebe setzt sich zunächst auf der Oberfläche der Kugel fest, treibt dann einen stumpfen Fortsatz in Form eines Pseudopodiums in die Kugel hinein und rückt mit ihrer ganzen Masse immer mehr ins Innere nach, in der Weise, wie es Fig. 4 versinnlicht.

Ob alle Amoeben, welche man im Innern einer Kolonie findet, von aussen stammen, oder ob sie sich auch innerhalb der Kugel vermehren, vermag ich nicht zu sagen, da ich eine Teilung der Amoeben in den Kolonien nicht feststellen konnte.

Dass die Amoeben die *Volvox*-Kugeln schädigen, glaube ich bejahen zu dürfen. Sie fressen die grünen assimilirenden Zellen, die für die Produktion organischer Substanz zu sorgen haben, und in der Tat erscheinen die von Amoeben durchsetzten Kolonien um so angegriffener, je zahlreicher die Parasiten auftreten. Die Bewegung der infizierten Kugeln vollzieht sich zunächst noch sehr lebhaft, nach und nach verlieren bei starker Zunahme der Amoeben die Zellen ihre regelmässige Anordnung, es entstehen in der Anordnung Lücken, die *Volvox*-Bewegungen werden langsamer und schliesslich stirbt die ganze Kolonie ab. Dennoch neige ich zur Ansicht, dass an dem Absterben nicht bloss die Amoeben Schuld tragen, sondern dass zur Zeit, in welcher ich die Amoebeninfektion der *Volvox*-Kugeln beobachtet habe, die Disposition zum Absterben überhaupt schon vorhanden sein dürfte, und dass der Tod der Kolonien durch die Amoeben nur beschleunigt wird.

Die Tatsache, dass die Amoeben erst gegen Ende der Vegetationsperiode, besonders in der 2. Hälfte des November die *Volvox*-Kugeln besiedeln, hängt höchstwahrscheinlich mit der geringeren Resistenz

der *Volvox*-Kolonien im Spätherbste, wo die Witterungsverhältnisse schon sehr ungünstig sind, zusammen, und infolge der geschaffenen „Disposition“ wird es den Amoeben nicht schwer, in die *Volvox*-kugeln einzudringen.

In den von den Amoeben besiedelten *Volvox*-Kolonien können sich noch andere Parasiten einfinden. So habe ich nicht selten eine Fadenbakterie (Fig. 2, *f*) im Innern der Kugeln bemerkt, die sich langsam bewegt und ihre Lage in dem Wirte verändert.

In abgestorbenen Kolonien treten dann schliesslich auch farblose einzellige Flagellaten und auch Infusorien auf, doch darf das Auftreten solcher Gäste nicht Wunder nehmen, da sie sich ja in den bereits abgestorbenen und vielfach desorganisierten Kolonien einfinden.

Das Vorkommen von Amoeben als Parasiten von Tieren ist bereits für einzelne Fälle seit langer Zeit bekannt. So hat LÖSCH Amoeben im Dickdarm eines an Dysenterie erkrankten Bauern in grosser Menge gefunden, die er für eine besondere Art hält und *Amoeba coli* nennt.[1])

Nach LIEBERKÜHN[2]) kommen Amoeben mit schneller Ortsbewegung im Darm der Frösche, nach WALDENBERG[3]) im Darmkanale der Kaninchen und nach BÜTSCHLI[4]) im Darme vom Küchenschaben (*Blatta orientalis*) vor, während Schizomyceten, Chytridiaceen und Myxomyceten bereits als Parasiten in Pflanzen vielfach beobachtet worden sind, ist dies meines Wissens für Amoeben bisher nicht festgestellt worden. Das Auftreten von Amoeben als Parasiten in den Kolonien von *Volvox minor* stellt meines Wissens — falls wir *Volvox* als Pflanze betrachten — den ersten derartigen Fall dar, und deshalb habe ich mir erlaubt, denselben hier mitzuteilen und die Aufmerksamkeit darauf zu lenken.

Prag, Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. deutschen Universität.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren 1—4 beziehen sich auf *Volvox minor* Stein.

Fig. 1. *Volvox*-Kolonie mit 7 Amoeben *a*. Die Amoeben sind in der Zeichnung hell gehalten.
p = Parthenogonidien.

1) LÖSCH, Massenhafte Entwickelung von Amoeben im Dickdarm. Archiv für pathol. Anatomie 1875, Bd. 65 S. 196, zitiert nach R. LEUCKART, Die Parasiten des Menschen, 2. Aufl. I. Bd. 1. Abt. S. 234.

2) LIEBERKÜHN, Archiv für Anatomie und Physiologie 1854, S. 12.

3) WALDENBERG, Archiv für pathologische Anatomie 1867, Bd. 40, S. 438. Die beiden letzten Autoren ebenfalls zitiert nach R. LEUCKART. l. c.

4) O. BÜTSCHLI, Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie XXX. 1878, S. 278.

Fig. 2. *Volvox*-Kolonien mit Amoeben *a*, stärker vergrössert. *f* gleichzeitig vorkommende Fadenbakterien.
„ 3. Einzelne Amoeben aus *Volvox*, stark vergrössert. *n* = Nucleus, *v* = Vacuole, *i* = Nahrungsballen, zumeist aus grünen *Volvox*-Zellen oder Teilen von solchen bestehend.
„ 4. Rand einer *Volvox*-Kolonie, die Art des Eindringens der Amoeben zeigend.
„ 5. Blaue Diatomee *Navicula ostrearia*. *n* = Nucleus, *c* = Chromatophor. Diese Figur gehört zur folgenden Abhandlung.

4. Hans Molisch: Notiz über eine blaue Diatomee.

Mit Tafel III.

Eingegangen am 2. Januar 1903.

Im Frühjahr 1894 weilte ich in der zoologischen Station in Triest, um algologische Studien zu pflegen. Als ich zu dieser Zeit die auf der Schale der Steckmuschel (*Pinna nobilis* L.) vorhandene Algenflora mikroskopisch prüfte, begegnete ich einer merkwürdigen Diatomee, die sich im lebenden Zustande durch eine blaue Farbe auszeichnete. Sie war auf den meisten Steckmuscheln zu finden, aber neben einer grossen Reihe anderer Kieselalgen immer nur in vereinzelten Exemplaren. Ich machte mir ein paar Notizen, genauer konnte ich aber, da ich mit einem anderen Thema beschäftigt war, die Sache nicht weiter verfolgen. — Acht Jahre später, in den Monaten August und September 1902, arbeitete ich wieder an der zoologischen Station in Triest. Ich erinnerte mich meiner früheren Beobachtung und liess mir wieder einige Steckmuscheln von den Fischern bringen. Gleich auf dem ersten Exemplar, das neben *Valonia*, *Laurencia*, *Melobesia* eine ganze Sammlung verschiedener Diatomeen beherbergte, fand ich meine gesuchte blaue Diatomee.

Dieselbe zeichnet sich durch eine lebhafte Bewegung aus. Ihre Gestalt ist aus der Fig. 5 ersichtlich. Irgend welche Struktur der Schale konnte ich bei starker Vergrösserung von Glycerinpräparaten oder im Seewasser nicht wahrnehmen.

Ihre Länge beträgt im Mittel 73 μ, ihre Breite 5,7 μ. Bei 4 gemessenen Individuen bekam ich folgende Werte:

Länge	Breite
75 μ	5,4 μ
67 „	5,4 „
89 „	6,8 „
62 „	5,3 „

Die Diatomee zeigt gewöhnlich rechts und links je einen gelbbraunen Chromatophor, dazwischen liegt im Zentrum der Zelle der farblose Zellkern, der übrige Zellinhalt aber erscheint namentlich gegen die beiden Enden zu grossenteils himmelblau gefärbt.

Es handelt sich hier nicht um eine Interferenzfarbe, etwa um jene stahlblaue Färbung, wie man sie z. B. in der als Testobjekt so häufig verwendeten *Pleurosigma balticum* sieht, sondern es handelt sich hier um eine Körperfarbe.

Exemplare, die in Glycerin aufbewahrt werden, büssen die blaue Farbe nahezu ganz ein.

Zu der Zeit und unter den Umständen, unter welchen ich meine Beobachtungen machte, traf ich die blaue Diatomee nur in wenigen Exemplaren. Die frisch gefischten Steckmuscheln müssen sogleich abgesucht werden; stehen sie länger als einen Tag im Zimmer, so findet man die blauen Kieselalgen nicht mehr, wahrscheinlich, weil sie die Muscheln verlassen.

Gleich als ich die ersten blauen Diatomeen sah, kam mir, da mir etwas derartiges bei Kieselalgen niemals begegnete, der Gedanke, dass die blaue Farbe vielleicht nur mit der Aufnahme eines zufällig in der Umgebung vorhandenen Farbstoffes zusammenhänge.

Ich dachte zunächst an Phykocyan, das aus benachbarten absterbenden Cyanophyceen ausgetreten und von den Diatomeen aufgenommen worden sein konnte. Aber von Cyanophyceen war auf den Steckmuscheln nichts aufzufinden, wie ich denn überhaupt keinerlei Anhaltspunkte für die geäusserte Vermutung fand. Ich neige daher zur Ansicht, dass es sich hier nicht vielleicht um eine zufällige Färbung, sondern um eine besondere Diatomeenart handelt, deren Zellinhalt, abgesehen von Kern und Chromatophor, welcher normale Farbe aufweist, grossenteils himmel- oder azurblau gefärbt ist.

Leider glückte es mir später nicht mehr, die blaue Diatomee wieder aufzufinden, auch nicht an Steckmuscheln, die ich mir von Triest nach Prag senden liess. Ich konnte daher die Diatomee weder genauer beschreiben, noch den blauen Farbstoff prüfen, noch auch genauer auf die Frage eingehen, ob das Plasma oder der Zellsaft oder beide die Träger des Farbstoffes sind.

Meine Bemühungen bei verschiedenen Autoritäten auf dem Gebiete der Diatomeen irgend welchen Aufschluss über das Vorkommen von blauen Kieselalgen zu erhalten, fielen negativ aus, eine blaue Diatomee war den Botanikern meines Wissens bisher unbekannt geblieben.

So weit waren meine eigenen Beobachtungen gediehen, als ich

in jüngster Zeit auf eine Arbeit von E. RAY LANKESTER[1]) über grüne Austern stiess, die mir zeigte, dass eine blaue Diatomee bereits vor langer Zeit an einem ganz anderen Orte beobachtet und in Beziehung zu den sogenannten grünen Austern gebracht worden war.

In Paris und an anderen Orten des Kontinentes geniessen die Austern von Marennes (Küste der Normandie) seit langer Zeit als Leckerbissen einen ausgezeichneten Ruf. Diese Auster ist die gewöhnliche europäische Auster *Ostrea edulis*, sie unterscheidet sich nur durch die blaugrüne Farbe der Kiemen (gills) und Labialtentakeln. Über das Zustandekommen dieser grünen Farbe existiert eine grosse zoologische Literatur[2]), und die Meinungen der Forscher gehen darin weit auseinander. Die einen behaupten, die grüne Farbe rühre von aufgenommenem Kupfer her, die andern bringen sie mit einer blauen Diatomee in Zusammenhang, und endlich hat CARAZZI[3]) zu beweisen versucht, dass die blaugrüne Farbe von der Anwesenheit der Diatomee ganz unabhängig sei, und dass der Farbstoff sowohl von den Austern als auch von den Diatomeen durch Umwandlung eines im Wasser vorhandenen Materials gebildet werde.

Es liegt mir als Botaniker vollkommen ferne, zu den berührten Ansichten über die Ursache der blaugrünen Färbung bei den Austern von Marennes Stellung zu nehmen; denn eine Entscheidung der strittigen Frage wird meiner Meinung nach nur an Ort und Stelle, unter genauer Beachtung der lokalen Verhältnisse, zu treffen sein. Ich wollte nur darauf hinweisen, dass, abgesehen von meinem Befund, schon vor langem an einem ganz anderen, weit entfernten Orte eine blaue Diatomee gefunden wurde.

Die grünen Austern finden sich nicht im Meere, sondern sie nehmen ihre grüne Farbe in den Salzwasserreservoirs an, in welche sie die Austernhändler zum Zwecke der Mästung und Grünfärbung einsetzen. In einem solchen Reservoir können bis 100 000 Austern Platz finden. Zu gewissen Zeiten des Jahres, vornehmlich im April bis Juni und dann wieder im September, nimmt das Wasser in den Austerngehegen eine blaugrüne Farbe an infolge der ungeheuren Vermehrung einer blauen Diatomee, der *Navicula ostrearia*, welche bereits GAILLON[4]) vor 82 Jahren (1820) gesehen und *Vibrio ostrearius*

1) E. RAY LANKESTER, On green Oysters. Quarterly Journal of Microscopical Science. Vol. XXVI, new series, London 1886, p. 71—94.

2) Eine gute Zusammenstellung derselben findet sich bei OTTO v. FÜRTH; Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere. Jena 1903, S. 530.

3) DAV. CARAZZI, Contributo all' istologia e alla fisiologia dei Lamellibranchi. 1. Ricerche sulle ostriche verdi. Mitt. aus der zoolog. Station zu Neapel. 12. Bd. Berlin 1897, d. 381—431.

4) GAILLON, Journal de physique, Tome X, p. 222.

genannt hat). Er bespricht ihre enorme Zahl, ihre charakteristische Bewegung und auch ihre Farbe.

PUYSÉGUR[1]) erkannte in dem Vibrio GAILLON's eine Kieselalge und nannte sie *Navicula fusiformis.*

Genauer beschrieben und auch in Farbe richtig abgebildet hat sie LANKESTER[2]). Er bezeichnete sie als *Navicula ostrearia* Gaill. Als ich die Figuren LANKESTER's sah, erkannte ich sofort, dass meine in Triest auf *Pinna* gefundene Diatomee mit der *Navicula ostrearia* identisch ist, Sie hat dieselbe Form und Grösse, dieselben zwei Chromatophorenbänder von der für Diatomeen typischen braunen Farbe und ist sonst besonders gegen die Enden zu von blauer Farbe.

Erwähnenswert ist, dass nach dem genannten englischen Zoologen der blaue Farbstoff — von ihm mit Rücksicht auf das Vorkommen der Diatomee Marennin genannt — nicht in den Vacuolen, sondern im Plasma seinen Sitz haben soll. Würde sich die Sache wirklich so verhalten, so wäre dies von grossem Interesse, da meines Wissens blaues Plasma im Pflanzenreiche noch nicht bekannt geworden ist. Ich selbst konnte diese Angabe, sowie auch manche wissenswerte Eigentümlichkeiten der blauen Diatomee, wie z. B. die Natur ihres blauen Farbstoffes nicht weiter prüfen, da das von mir aufgefundene Material viel zu spärlich war. So bin ich mir denn wohl bewusst, mit der vorliegenden Notiz keine fertige Untersuchung, sondern nur ein kleines Bruchstück einer solchen zu bieten. Wenn ich trotzdem dieses Fragment veröffentliche, so leitet mich dabei lediglich die Absicht, auf die, wie es scheint, den Botanikern unbekannte Tatsache hinzuweisen, dass es neben den gewöhnlichen braunen und den in neuerer Zeit studierten farblosen Diatomeen sicher auch blaue gibt, und gleichzeitig hiermit die Anregung zu geben, die Diatomeenflora verschiedener mariner Muscheln einer genaueren Prüfung zu unterziehen, da die blauen Diatomeen noch auf anderen Muscheln vorkommen dürften.

Prag, Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. deutschen Universität.

---

1) M. PUYSÉGUR, Notice sur la cause du verdissement des huîtres. La revue maritime et coloniale 64. 1880, p. 248.

2) LANKESTER RAY, l. c.

5. L. Linsbauer und K. Linsbauer: Über eine Bewegungserscheinung der Blätter von Broussonetia papyrifera.

(Vorläufige Mitteilung).

Eingegangen am 8. Januar 1903.

An den peripher stehenden Blättern von *Broussonetia papyrifera* kann man die Beobachtung machen, dass ihre Spreitenhälften sich unter Umständen zu beiden Seiten der Mittelrippe aufwärts krümmen, wodurch die beiderseitigen Blattränder einander genähert werden, oder dass umgekehrt die Lamina sich mehr oder minder verflacht, ihr rechter und ihr linker Rand sich also voneinander entfernen. Es wird somit der Winkel, den die zwei Spreitenhälften im Medianus miteinander bilden je nach den Umständen grösser oder kleiner, eine Bewegungsart, die im folgenden als „Öffnen“ bezw. „Schliessen“ des Blattes bezeichnet werden soll. Etwaige Bewegungen des Blattstieles kommen dabei nicht in Betracht. Der Betrag der Bewegung ist an sich nicht beträchtlich, jedoch immerhin derart beschaffen, dass unter günstigen Umständen die Erscheinung ziemlich auffällig werden kann. So wird z. B. die Schliessbewegung bei Wind, Lufttrockenheit, hoher Lichtintensität oder hoher Temperatur, noch mehr bei teilweisem Zusammenwirken dieser Faktoren bedeutend verstärkt.

Die Beobachtungen wurden an einem freistehenden, grossen Strauche unseres Gartens ausgeführt und sowohl das Tatsächliche als auch die Intensität der Bewegung durch zahlreiche Messungen konstatiert. Es wurde dabei so zu Werke gegangen, dass an zwei gegenüber liegenden Punkten im untersten Drittel der Blattränder je eine feine Tuschmarke angebracht wurde, deren variable Entfernung mittels eines Zirkels abgenommen und auf einem Massstabe gemessen wurde. Zur Markierung wurden die zwei oben bezeichneten Punkte aus dem Grunde ausgewählt, weil die Beobachtung lehrte, dass an dieser Stelle die Bewegung am ausgiebigsten vor sich ging.

Die Messungen erheben auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch, sind aber immerhin genau genug, um den positiven oder negativen Sinn der Bewegung und wenigstens annähernd die Grösse derselben erkennen zu lassen.

Folgende Tabelle möge ein Beispiel für eine derartige Beobachtungsreihe abgeben, welche an aufeinander folgenden Blättern desselben Zweiges gewonnen wurde.

Blatt-Nummer	Distanz der Blattränder in mm				
	9h 39m a. m.	11h 47m a. m.	3h 29m p. m.	5h 40m p. m.	7h 7m p. m.
4	72	68	66	74	82
5	74	74	71	72	81
7	91	87	81	83	91
8	137	134	125	137	143
9	100	99	97	99	101
11	107	105	101	107	112
12	152	134	135	148	158

Es sei hinzugefügt, dass die vorstehende Beobachtungsreihe an einem schönen, warmen Augusttage von im allgemeinen gleichbleibendem Witterungscharakter gemacht wurde.

Eine kurze Erörterung dieser Tabelle möge hier Platz finden. Es geht offenbar aus obigen Angaben das allgemeine Resultat hervor, dass im Laufe des Vormittags die Blattränder sich einander nähern, während sie sich nachmittags wieder voneinander entfernen. Dabei nimmt diese Öffnungsbewegung gegen Abend an Intensität zu.

Wir haben es also mit einer Bewegungserscheinung zu tun, welche mit gewissen äusseren Verhältnissen parallel verläuft und, da sich diese im allgemeinen periodisch wiederholen, zu einer periodischen Bewegung führt.

Diese Beobachtung erfordert nun das Studium des Einflusses, den diese äusseren Umstände auf die Bewegung ausüben.

Den grössten Einfluss unter allen von aussen einwirkenden Faktoren übt die Luftfeuchtigkeit aus: Beobachtungen beim Herannahen eines mit starkem Regen verbundenen Gewitters zeigten deutlich, mit welcher Schnelligkeit die Blätter auf eine Änderung der Luftfeuchtigkeit reagieren. Dem Einsetzen grösserer Feuchtigkeit entspricht eine „Öffnungsbewegung" der Blattspreite, während Abnahme derselben eine „Schliessungsbewegung" hervorruft.

Diese Verhältnisse lassen sich auch schon aus der mitgeteilten Tabelle entnehmen, wenn man den normalen Verlauf der Kurve der Luftfeuchtigkeit an einem Durchschnittstage in Betracht zieht.

Da die Transpirationsgrösse mit den Feuchtigkeitsverhältnissen im engsten Zusammenhange steht und Transpirationsverluste infolge Welkens an und für sich stets eine Schliessungsbewegung hervorrufen, so ist von vornherein auch ein indirekter Einfluss des Lichtes wahrscheinlich, indem stärkere Beleuchtung die Transpiration in demselben Sinne wie grössere Lufttrockenheit beeinflusst. Tatsächlich

wurde konstatiert, dass ein Wechsel der Intensität sowohl des direkten als auch des diffusen Lichtes in der angegebenen und zu erwartenden Weise wirkt.

In der Natur treffen höhere Lichtintensität und grössere Lufttrockenheit in der Regel oder doch sehr häufig zusammen, und da sie gleichsinnig auf die Bewegung einwirken, so kann diese unter derartigen Umständen ziemlich beträchtlich gesteigert werden. Ganz besonders auffällig wird die Bewegungserscheinung bei auch nur einigermassen bewegter Luft, offenbar infolge starker Steigerung der Transpiration. Aus diesem Grunde wurden bei unseren Messungen die Versuchszweige durch Einführen in eine Glasvitrine vor direktem Windeinflusse geschützt.

Die hier besprochene Bewegungserscheinung tritt in den jüngsten Blättern noch nicht auf, ist dann an älteren wachsenden Blättern zu konstatieren und erreicht an solchen eines mittleren Altersstadiums, wenn die Zeit des stärksten Wachstums längst vorüber ist, ihr Maximum; ganz alte Blätter reagieren anscheinend schwächer. Dies sowie die Schnelligkeit der Reaktion auf den Wechsel äusserer Faktoren deutet darauf hin, dass die Bewegung wohl nicht in die Kategorie der Wachstumsbewegungen einzureihen ist; es handelt sich offenbar viel mehr um eine durch Turgorschwankungen hervorgerufene Bewegungsform. Man wird sie demnach mit den paratonischen Variationsbewegungen vergleichen können, wobei zu betonen ist, dass in unserem Falle die Bewegung nicht durch Gelenke vermittelt wird. Inwieweit dabei eventuell Autonomie mit im Spiele ist, bleibt noch zu eruieren.

Zu bemerken ist noch, dass sich die Blätter im Inneren des Laubwerkes von den peripher angeordneten wesentlich unterscheiden: während die letzteren die in Rede stehende Bewegung auffallend rasch ausführen, verharren erstere in einem mehr oder minder unbeweglichen Zustande, sodass selbst beträchtlicher Wasserverlust infolge sehr starken Welkens nicht zur Schliessungsbewegung führt.

Die Nervation des Blattes hat auf die Form der Bewegung deutlichen Einfluss.

Ausführliche Massangaben und eingehendere Darstellung der einschlägigen Verhältnisse werden an anderem Orte mitgeteilt werden.

Wien, Ende Dezember 1902.

---

6. M. Nordhausen: Über Sonnen- und Schattenblätter.

Mit Tafel IV.

Eingegangen am 19. Januar 1903.

I.

Unter den Veränderungen, deren die äussere Form sowie der anatomische Bau der grünen Laubblätter in direkter Abhängigkeit von äusseren Faktoren fähig ist, gehören die als Sonnen- und Schattenblattmerkmale bezeichneten Erscheinungen zu den bekanntesten und den am häufigsten untersuchten. Von den ersten eingehenderen Untersuchungen STAHL's aus den Jahren 1880 und 1883 ist die Litteratnr über diesen Gegenstand bis zu den jüngsten Daten nicht unerheblich angewachsen. Die Anschauungen der einzelnen Autoren differieren allerdings in mehr als einem Punkte; allgemein dürfte jedoch anerkannt werden, dass jenen Merkmalen eine zweckmässige Reaktion des lebenden Organismus und zwar eine direkte Anpassung an die jeweiligen Beleuchtungs- und Transpirationsverhältnisse zu Grunde liegt. Als ursächliche Faktoren haben wir in erster Linie das Licht, sodann aber nach neueren Untersuchungen zweifellos auch die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft und des Bodens anzusehen. Offenbar ist die Reaktion des Organismus zunächst als eine direkte zu betrachten, d. h. das einzelne Blatt ist, solange es sich noch in der Entwickelung befindet, befähigt, die äusseren Reize unmittelbar zu beantworten.

Aus leicht verständlichen Gründen wurden bisher zu den experimentellen Untersuchungen, von denen besonders diejenigen STAHL's, EBERDT's und DUFOUR's genannt seien, wohl ausschliesslich krautige Pflanzen verwertet. Über baum- und strauchartige Gewächse liegen nur morphologische Befunde vor, die allerdings, wie das allbekannte Beispiel der Buche lehrt, zu den auffallendsten Belegen für die erwähnten Gesetzmässigkeiten zählen. Einige zur Orientierung unternommene Versuche mit den letztgenannten Objekten ergaben mir aber in Bezug auf das Zustandekommen jener Anpassungscharaktere nicht unwichtig erscheinende Ergänzungen unserer bisherigen Kenntnisse, über die im folgenden referiert werden soll.

Gelegentlich früherer Studien hatte ich die Beobachtung gemacht, dass im Frühjahr abgeschnittene Buchenzweige, welche an demselben Baume unter ungleichen Beleuchtungsverhältnissen gewachsen waren, selbst dann ungleich grosse Blätter entwickelten, wenn sie unter gleichen Bedingungen des Lichtes zum Austreiben

gebracht wurden; die Blätter der ehemaligen Schattensprosse waren die grösseren. Dies sowie noch einige andere Umstände veranlassten mich damals, die Vermutung auszusprechen, „dass nicht allein die Beleuchtungsverhältnisse, unter welchen die Blattentwickelung vor sich geht, für die Ausbildung von Licht- und Schattenblattmerkmalen massgebend sind, sondern dass auch noch andere Momente, gewissermassen Nachwirkungserscheinungen früherer Vegetationsperioden, hierbei beteiligt zu sein scheinen“ (l. c. S. 22). Meine Untersuchungen haben tatsächlich die Richtigkeit jener Annahme bestätigt.

II.

1. Die von mir angestellten Versuche bestanden darin, dass abgeschnittene Licht- und Schattenzweige ein und derselben Pflanze kurz vor Austreiben der Knospen bezw. im Beginn ihrer Öffnung in Wasser stehend gleichen Beleuchtungs- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen ausgesetzt wurden. Diese Art der Versuchsanstellung kann allerdings bis zu einem gewissen Grade nur als Notbehelf angesehen werden und soll sobald als möglich durch einwandsfreiere Experimente mit intakten Pflanzen ergänzt werden.

Von den notwendigerweise sich ergebenden Nachteilen ist zunächst hervorzuheben, dass eine gewisse Auswahl der Versuchspflanzen getroffen werden musste. So hatte ich schon gelegentlich meiner früheren Arbeit die Erfahrung machen müssen, dass abgeschnittene Ulmenzweige unter den oben genannten Versuchsbedingungen überhaupt nicht zum Entfalten der Blätter gebracht werden konnten. Ferner war der Versuchsdauer selbst in den günstigsten Fällen eine gewisse Grenze gesetzt. Schliesslich musste in Kauf genommen werden, dass die Blätter der Versuchssprosse in ihren Dimensionen mehr oder minder hinter denen des natürlichen Standortes zurückblieben. Für unsere Versuchsergebnisse kann meines Erachtens hieraus jedoch eine Fehlerquelle nicht abgeleitet werden, insofern als bei den berücksichtigten Pflanzenarten die Blätter sich im übrigen in völlig normaler Weise entwickelten, ausserdem aber nur Vergleichswerte in Betracht gezogen wurden. Ja, in letzterer Hinsicht haben wir in unserem Falle den wesentlichen Vorteil, dass wir von individuellen Schwankungen in der Form und Struktur der Blätter ganz absehen können. Endlich sei noch darauf hingewiesen, dass einige unserer Versuche mit intakten Pflanzen überhaupt nicht oder nur unter ausserordentlich grossen Schwierigkeiten ausführbar sind[1]).

1) Keimpflanzen sind wegen der meist abweichenden Form der Primärblätter ebenfalls wenig geeignet.

Die Länge der benutzten Zweige betrug im Durchschnitt ca. 1 *m*; bei der Buche, welche besonders berücksichtigt wurde, fanden mehrere fast armstarke Äste von einigen Metern Länge Verwendung, ohne dass aber nennenswerte Unterschiede den ersteren gegenüber hervorgetreten wären.

Ausser der Buche wurden hauptsächlich *Ribes*, *Quercus*, *Prunus*, *Carpinus*, *Cornus*, *Hydrangea*, *Staphylaea* benutzt.

Die Versuchsobjekte wurden im allgemeinen unter günstigen Lichtverhältnissen entweder im Freien oder im Gewächshaus aufgestellt. Für die Buche wurden ausserdem zum Vergleich Parallelkulturen unter folgenden Bedingungen eingerichtet:

1. Im Freien, an einer der Sonne stark exponierten Stelle zu ebener Erde.
2. In einem Kalthaus, im Schatten der darin befindlichen Gewächse, unterhalb eines terrassenartigen Aufbaues.
3. In einer im Keller befindlichen Dunkelkammer bei Ausschluss jeglichen Lichtes.

Da es, wie ich ausdrücklich betonen möchte, nicht in meiner Absicht lag, Licht und Luftfeuchtigkeit in ihrer Wirkungsweise getrennt zu betrachten (was in wirklich einwandfreier Weise nur sehr schwer zu erreichen ist), so nahm ich den zweiterwähnten Faktor so hin, wie ich ihn vorfand. Die Luftfeuchtigkeit[1]) war naturgemäss am grössten im Gewächshaus, während sie im Keller und im Freien bedeutend geringere Grade aufwies; im letzteren Falle der Witterung entsprechend ungleichmässig. Die Temperatur wurde nicht weiter berücksichtigt.

Wir wollen nunmehr zur Betrachtung des Entwickelungsganges der Versuchssprosse schreiten, und zwar möge die Buche, als das am eingehendsten untersuchte und hierzu günstigste Objekt als Beispiel dienen, während die übrigen geeignetenorts zum Vergleich herangezogen werden sollen. Nicht überflüssig dürfte es aber sein, vorher noch die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale zwischen Licht- und Schattenblättern, so wie wir sie im Freien vorfinden, kurz in Erinnerung zu bringen (mit besonderer Berücksichtigung der Buche[2]). Das Schattenblatt ist grösser und dünner als das Lichtblatt. Bei ersterem ist ferner die Epidermis zarter, das Intercellularsystem bedeutend umfangreicher, ausserdem treten die Palissadenzellen in einfacher Schicht auf, während im Licht zwei Zelllagen vorhanden sind.

1) Im Gewächshaus übertraf sie an kälteren Tagen sogar 90 pCt. Im Dunkelraum betrug sie ca. 76 pCt., im Freien durchschnittlich für April 74 pCt., für Mai 78 pCt. Wichtig ist aber, dass sie im letzteren Falle natürlich im Laufe des Tages durch Luftbewegung und direkte Bestrahlung häufig ganz erheblich sank.

2) conf. STAHL III l. c.

2. Im Freien kann man bei einer Reihe von Bäumen und Sträuchern die Beobachtung machen, dass an ein und derselben Pflanze die Schattensprosse früher als die Lichtsprosse zur Belaubung gelangen, so dass es mit vorgeschrittenem Frühjahr nicht immer leicht war, für unsere Versuche gleichwertige Entwickelungsstadien zu erlangen. Es ist denkbar, dass als Ursache die geschützte Lage der Schattenknospen und die dementsprechend höhere Durchschnittstemperatur während der kalten Jahreszeit in Betracht kommt (während allerdings die Knospen aus der Peripherie der Baumkrone grösseren Temperaturextremen, mithin am Tage nicht selten infolge der Sonnenbestrahlung relativ höheren Temperaturgraden ausgesetzt sind). Neben etwaigen äusseren Faktoren spielen aber offenbar noch Differenzen in der inneren Disposition der erwähnten Sprosse eine Rolle. Derselbe Zeitunterschied in dem Austreiben der Schatten- bezw. Lichtknospen machte sich nämlich auch dann bemerkbar, wenn derartige vor der Knospenöffnung abgeschnittene Zweige unter gleichen äusseren Bedingungen zum Austreiben gebracht wurden. Aber nicht nur, dass sich z. B. an den ursprünglichen Schattensprossen der Buche das Aufbrechen der Knospen früher vollzog als an den ehemaligen Lichtzweigen, es ging auch die ganze Entwickelung der Blätter an ersteren bedeutend schneller vor sich. Die Blätter nahmen rascher an Grösse zu und kamen auch früher zur völligen Entfaltung. Es dürfte hierin ein Analogon zu der Tatsache zu sehen sein, dass die typischen Schatten- bezw. Waldpflanzen schon sehr frühzeitig ihr Laub entfalten, was nach WIESNER I S. (84) und II S. 312 wiederum mit dem grösseren Lichtbedürfnis der austreibenden Knospen im Zusammenhang steht. Wir können demnach die erwähnte Eigenschaft der Schattensprosse als eine direkte Anpassung an die äussere Umgebung ansprechen.

Dass bei den soeben angeführten Versuchen mit abgeschnittenen Zweigen das ungleich schnelle Austreiben der Knospen nicht als eine Folgeerscheinung zu betrachten ist von Vorgängen, welche sich vor Entnahme der Zweige an den Pflanzen im Freien abgespielt haben (es wäre z. B. an eine ungleich schnelle Mobilisierung des plastischen Materials zu denken), sondern dass, wie noch späterhin genauer auszuführen sein wird, die Lichtstimmung der Licht- und Schattensprosse von vornherein eine ganz andere ist, geht aus den Modifikationen hervor, die sich bei den Buchenversuchen unter Anwendung verschiedener Beleuchtungsgrade ergaben.

Verhältnismässig am kleinsten war der erwähnte Unterschied bei intensiver Beleuchtung im Freien. Weit auffälliger trat er im Schatten innerhalb des Gewächshauses hervor. Die ehemaligen Lichtknospen entfalteten sich teilweise sogar erst nach 3—4 Wochen, während dies bei den entsprechenden Schattenknospen bereits inner-

halb 1 Woche eingetreten war. Beiläufig sei bemerkt, dass die letzterwähnten Sprosse sich nicht unerheblich länger frisch erhielten. Am schärfsten ausgeprägt erwiesen sich die Unterschiede in völliger Dunkelheit.[1]) Die „Schattenknospen" hatten sich sämtlich in relativ kurzer Zeit geöffnet und ihre Blätter entfaltet[2]). Die „Lichtsprosse" dagegen brachten nur verhältnismässig wenige Blätter zur völligen Entfaltung; die meisten Knospen blieben in den verschiedensten Entwickelungsstadien bis herab zum gänzlich unveränderten, geschlossenen Zustande stehen. Dies Ergebnis steht wohl im Einklang mit den von JOST S. 194 gemachten Erfahrungen, wonach vollständige Buchenpflanzen im Dunkeln mit Ausnahme einzelner Knospen ihr Laub entfalten, während einzeln verdunkelte, mit der Mutterpflanze im Zusammenhang stehende Zweige nicht austreiben. Nach WIESNER III S. 608 handelt es sich hier um eine Korrelation derart, dass die vom Licht getroffenen Knospen die verdunkelten unterdrücken und am Austreiben verhindern. Aus unseren Versuchen ist der Schluss zu ziehen, dass ausserdem das Lichtbedürfnis für die Knospen ein und desselben Baumes verschieden ist; die Schattenknospen sind bedeutend genügsamer in ihren Ansprüchen[3]). Unaufgeklärt bleibt dagegen, welche Knospen der Lichtzweige sich im Dunkeln öffnen und welche in Ruhe verharren. — Dass im übrigen in unseren Versuchen die abgeschnittenen Zweige sich ähnlich wie selbständige Individuen verhielten, ist leicht verständlich.

3. Wenden wir uns nunmehr der äusseren Gestalt der Blätter zu, so war als Bestätigung unserer früher citierten Versuche stets[4]) eine gleichsinnige Grössendifferenz zu konstatieren derart, dass die ursprünglichen Schattensprosse grössere Blätter entwickelten als die Lichtsprosse[5]).

Schon bald nach Verlassen der Knospenlage konnte eine intensivere Grössenzunahme der „Schattenblätter" konstatiert werden, die im weiteren Verlaufe zu ganz erheblichen Unterschieden führte;

1) Wie in allen ähnlichen Fällen handelt es sich auch hier selbstverständlich nur um Sprosse desselben Baumes, die unter gleichen äusseren Bedingungen (Licht bezw. Schatten) gewachsen waren.

2) Naturgemäss nahmen die Blätter späterhin ein „anormales" Aussehen infolge des Lichtabschlusses an.

3) Aus den JOST'schen Angaben ist nicht zu ersehen, auf welche Art von Sprossen sich die partiellen Verdunkelungsversuche beziehen. Möglicherweise ergäbe sich bei Licht- und Schattenzweigen ein verschiedenes Verhalten.

4) Nur *Staphylaea* machte eine Ausnahme, die allerdings auf eine Indisposition des einen Sprosses zurückzuführen sein dürfte.

5) Dies entspricht genau den an denselben Pflanzen unter den natürlichen Standortsbedingungen auftretenden Grössenverhältnissen. Übrigens gibt es auch Beispiele (die jedoch für uns nicht in Betracht kommen), bei welchen die Schattenblätter im Freien kleiner als die Lichtblätter sind, z. B. *Ulmus*.

letztere bleiben stets während der ganzen Versuchsdauer d. h. je nach der Pflanzenart 1—2 Monate bestehen. Das Grössenverhältniss erreichte in einer Reihe von Fällen den Wert 2: 1, bisweilen übertraf es ihn sogar erheblich. Allerdings wurde in keinem Falle, wie schon eingangs erwähnt, die normale Grösse der Blätter in unseren Versuchen erreicht; indessen blieben die der Buchen- sowie der Johannisbeerzweige wenig hinter jenen Werten zurück.

Die Grössendifferenz der Blätter steht zweifellos in keinem Zusammenhange mit dem meist früheren Austreiben der „Schattenknospen“. Abgesehen davon, dass in einzelnen Fällen ein Zeitunterschied nicht in Betracht kam, trat zuerst bei den „Schattenblättern“ sodann aber auch bei den „Lichtblättern“ längere Zeit vor Schluss der Versuche ein Stillstand im Wachstum ein, sodass hinlänglich Gelegenheit zum Ausgleich der Zeitdifferenz vorhanden gewesen wäre[1]).

Nicht unerwähnt darf bleiben, dass die Versuche mit Buchenzweigen, die unter verschiedenartiger Beleuchtung und entsprechend ungleichem Feuchtigkeitsgehalt der Luft gewachsen waren, einen auffallenden Einfluss dieser Faktoren auf die soeben besprochenen Grössenunterschiede erkennen liessen[2]).

Übersicht über die Versuche mit der Blutbuche[3]):

Versuchsbedingungen	Ursprüngliche Beleuchtungsart	Blattgrösse	Blattdicke
Licht	Licht	2	25—28
	Schatten	3,5	20—21
Schatten	Licht	1,5	20—22
	Schatten	6,5 (4,5—8)	17—18
Völliger Lichtabschluss	Licht	1	19—20
	Schatten	2	16—17

1) Der Einwurf, dass die Blätter der „Schattensprosse“ durch ihr frühzeitiges Austreiben schneller in Lichtgenuss treten und deshalb besser ernährt würden, kommt nicht in Frage, da sich dann je nach dem Beleuchtungsgrade Unterschiede hätten herausstellen müssen, wie sie nach dem Folgenden nicht beobachtet wurden.

2) Der Einfachheit wegen seien die Wachstumsbedingungen nur nach der Art der Beleuchtung angegeben, ohne dass damit die Unwichtigkeit anderer Faktoren dokumentiert sein soll.

3) Die Angaben für die Blattgrösse beziehen sich auf den kleinsten vorkommenden Wert = 1. („Lichtblatt“ im Dunkeln). Die absolute Grösse der Blätter ist, wie schon erwähnt, kleiner als die der Mutterpflanze im Freien mit der Massgabe, dass die grössten im Versuch erzielten Blätter etwa die Mitte zwischen den „normalen“ Licht- und Schattenblättern der Mutterpflanze hielten.

Nach der nebenstehenden Tabelle ist die Differenz in der Blattgrösse der ehemaligen Licht- und Schattensprosse relativ am kleinsten bei intensiver Sonnenbeleuchtung $\frac{2}{3,5}$. Weit erheblicher gestaltet er sich im Schatten des Gewächshauses, wo das Grössenverhältnis $\frac{1,5}{6,5}$ beträgt. Es rührt dies daher, dass nicht nur die „Schattenblätter“ grösser, sondern umgekehrt auch die „Lichtblätter“ kleiner ausfielen, als die entsprechenden des sonnigen Standortes. Diese Tatsache muss zunächst überraschen, liegen doch bei sonst gleichen äusseren Bedingungen zwei direkt entgegengesetzt verlaufende Reaktionen vor. Das Verhalten der „Lichtblätter“ läuft sogar unseren bisherigen Erfahrungen, wonach im Schatten die Blattgrösse bei der Buche und anderen Pflanzen zunimmt, entgegen. Dieses sonderbare Verhalten wird aber verständlich, wenn wir in Übereinstimmung mit unseren früheren Andeutungen für die beiden, in Betracht kommenden Sprossarten (Licht- und Schattenspross) eine verschiedene „Abstimmung“ in Bezug auf die genannten äusseren Faktoren, Licht und Luftfeuchtigkeit, von vornherein annehmen. Folgender Vergleich mag dies noch besser illustrieren.

Im Freien kann man bekanntlich beobachten, dass mit Zunahme des Schattens die Blätter der Buche und anderer Gewächse zunächst grösser werden, schliesslich aber an Flächenausdehnung wieder verlieren. Stellen wir die Veränderungen der Blattgrösse durch eine Kurve dar, indem wir die Blattgrössen als Abscissen, die äusseren Faktoren (Licht bezw. Luftfeuchtigkeit[1]) als Ordinaten verwenden, so erhalten wir eine eingipfelige Kurve. Offenbar decken sich nun aber in unserem Beispiel die Kurven für den Licht- und Schattenspross nicht, vielmehr liegt der Gipfel der ersteren in der Richtung der Ordinate seitlich verschoben, abgesehen davon, dass wahrscheinlich noch andere Verschiedenheiten im Verlauf der Kurven vorliegen. Für den „Schattenspross“ liegt das Maximum der Blattgrösse z. B. bei einer Lichtintensität, welche für den Lichtspross bereits eine Verminderung der Blattfläche zurfolge hat.

Da sich bei den Versuchen mit jeglichem Lichtabschluss naturgemäss weit kompliziertere Verhältnisse ergeben, so lassen sich die hierbei gewonnenen Ergebnisse nicht in dem mathematischen Bilde verwerten. Jedenfalls zeigen sie aber, bei Berücksichtigung von nur wirklich entfalteten Blättern im Prinzip ganz ähnliche Unterschiede wie in den übrigen Fällen. Die „Schattenblätter“ sind die grösseren. (Vergl. Tabelle S. 35).

1) Ebenso wie in unseren Versuchen ist im Freien bekanntlich die Luftfeuchtigkeit im Schatten für gewöhnlich grösser als im hellen Licht. In Folge dieser Kombination ist die Konstruktion der eben erwähnten Kurve praktisch allerdings nicht möglich, zumal wir über genauere Zahlenwerte noch nicht verfügen.

In Bezug auf die äussere Blattform sei noch der Vollständigkeit halber erwähnt, dass die Asymmetrie der Buchen- und Ulmenblätter, die, wie ich l. c. S. 17 des näheren ausgeführt habe, im Licht und Schatten ganz erheblich verschieden ist, im Experiment nur innerhalb gewisser Grenzen modifiziert werden kann. So zeigten z. B. Lichtsprosse der Ulme, welche im Frühjahr am Baume selbst künstlich beschattet worden waren, noch eine ganz erhebliche Blattasymmetrie gegenüber der fast symmetrischen Form der Schattenblätter. (Bei der Buche sind umgekehrt die Lichtblätter weniger schief geformt, als die Schattenblätter). Dies zeigt, dass bereits in der geschlossenen Knospe die Blattform innerhalb gewisser Grenzen vorherbestimmt ist[1]).

4. In ganz ausgezeichneter Weise kam der Unterschied zwischen Licht- und Schattensprossen in der inneren Struktur der Blätter zum Ausdruck. STAHL III. S. 168 gibt bereits an, dass die Epidermis im Licht weit stärker ausgebildet wird als im Schatten[2]), wie überhaupt das Lichtblatt ein weit festeres Gefüge als das Schattenblatt besitzt. Auch ohne mikroskopische Prüfung konnte ich mich von dem Vorhandensein dieser Unterschiede gelegentlich einiger Versuche mit der Buche überzeugen.

Die früher erwähnten zwei Paar grossen Buchenäste[3]), welche dem hiesigen Düsternbrooker Gehölz entstammten, waren im Freien an einem sonnigen Punkte aufgestellt worden. Durch ihre grössere Länge und ihr frühzeitigeres Austreiben waren sie aber den Unbilden der Witterung in weit höherem Masse ausgesetzt, als die übrigen in der Nähe befindlichen kleineren Zweige, die teilweise im Schutze einiger unweit gelegener niedriger Baulichkeiten standen (ohne jedoch von diesen beschattet zu werden). Während in der ersten Zeit der bei beiden Sprossarten fast gleichzeitig erfolgenden Blattentfaltung[4]) die Witterung relativ günstig war, nahm sie späterhin einen stürmischen, regnerischen Verlauf, der zeitweilig jedoch durch eine Reihe ausserordentlich heisser Tage unterbrochen wurde. Die Wirkung auf die Blätter war sehr charakteristisch. Während die Blätter der beiden „Lichtzweige“ sehr wenig gelitten hatten, waren die der „Schattenäste“ stark laediert und mit vielen braunen, vertrockneten Stellen durchsetzt. Sie hatten der starken mechanischen Inanspruchnahme sowie der zeitweilig recht intensiven Transpiration nicht

1) Hinzugefügt sei, dass in sehr tiefem Schatten die Zahl der Abschnitte z. B. der Rosskastanienblätter abnimmt. Auch diese Eigenschaft muss bereits in der Knospe fixiert gewesen sein.

2) Über den Einfluss der Luftfeuchtigkeit vergl. KOHL l. c.

3) Je ein Licht- und Schattenzweig, von zwei verschiedenen Bäumen herrührend.

4) Der Schattenzweig entfaltete die Knospen 2—3 Tage früher.

genügend Widerstand leisten können. Sie nahmen zuletzt ein ganz verkümmertes Aussehen an und starben schliesslich grösstenteils (bis auf die der unteren Seitensprosse) ganz ab.

Eine noch deutlichere Sprache reden die anatomischen Befunde unter dem Mikroskop. Nicht nur bei der Buche, sondern auch bei fast allen untersuchten Spezies zeigten die Blätter Licht- oder Schattenblattcharakter, je nachdem der Spross ursprünglich dem Licht oder Schatten entnommen war, während die Blattentfaltung selbst, wie erwähnt, unter gleichen äusseren Bedingungen vor sich gegangen war. Die Lichtblätter waren durchschnittlich dicker[1]), zeigten weniger Intercellularen und, sofern es im Charakter der Spezies lag, eine verschiedene Ausbildung des grünen Assimilationsgewebes.

Um mich indessen nicht zu sehr in Einzelheiten zu verlieren, möchte ich auf die weniger charakteristischen Fälle, bei denen die erwähnten Unterschiede auch an den Pflanzen im Freien nur wenig hervortreten, nicht weiter eingehen[2]) und nur einige Bemerkungen zu den beiden augenfälligsten Beispielen der Buche und des Faulbaumes (*Prunus Padus*) geben. Bei beiden Pflanzen zeigten nämlich die „Lichtblätter“ eine doppelte Palissadenschicht[3]), ganz genau wie an den natürlichen Standorten. (Vergl. Taf. IV.) Die Differenzierung der Blattgewebe tritt namentlich bei der Buche sehr frühzeitig auf. Kurz nach Entfaltung der Knospen, ja selbst in der noch ganz geschlossenen Knospe war bisweilen schon erkennbar, dass das „Lichtblatt“ eine Zellschicht mehr enthielt als das „Schattenblatt“[4]).

In ausgebildetem Zustande sehen wir die Palissadenzellen der „Lichtblätter“ dicht bei einander liegen, nur die untere, zweite Schicht enthält häufiger etwas grössere Intercellularen[5]). Bei den „Schattenblättern“ dagegen sind die in nur einer Lage angeordneten

---

1) Es war dies schon äusserlich bei durchfallendem Licht leicht kenntlich.

2) Ausser den bereits in der Tabelle für die Buche enthaltenen Zahlenangaben, sei noch erwähnt, dass das Verhältnis der Blattdicke von „Licht-“ und „Schatten-“ blättern bei der Johannisbeere ca. 4 : 3, bei anderen Pflanzen aber meist nur 6 : 5 betrug. Die Längen der Palissadenzellen, die übrigens nur in einer Schicht vorhanden sind, verhielten sich bei der Johannisbeere wie 7,5 : 5, bei *Staphylaea pinnata* wie 7 : 4,5.

3) Die Schattenblätter weisen nur eine Palissadenschicht auf.

4) Bei der Ulme dagegen, die sich zur experimentellen Beobachtung aus früher erwähnten Gründen nicht eignete, traten selbst nach Aufbrechen der Knospen an den jungen Blättern noch keine wesentlichen Differenzen hervor, obwohl sich späterhin ganz erhebliche Unterschiede herausbildeten. Selbstverständlich darf aber hieraus nicht der Schluss gezogen werden, dass Nachwirkungserscheinungen bei diesem Objekt keine Rolle spielen.

5) Natürlich durchdringen feinere Luftkanäle auch die obere Palissadenschicht, sie sind jedoch in der Figur ihrer Kleinheit wegen fortgelassen.

Palissadenzellen durch grosse Luftlücken meist ganz voneinander getrennt. Sie sind nur kurz und sitzen für gewöhnlich der Epidermis mit breiter Basis auf, um sich nach der anderen Seite hin in Form eines Trichters zu verschmälern. Es entspricht dies denselben Verhältnissen, wie sie Stahl für die Buche abbildet. Allerdings sind die Unterschiede in unseren Beispielen nicht so extrem wie dort[1]); es liegt dies zum Teil daran, dass die „Lichtzweige“ nicht aus den oberen Regionen der Baumkrone, sondern nur soweit sie mit der Hand au der Peripherie der Baumkrone erreichbar waren, entnommen wurden. Von eben diesem natürlichen Standorte rühren die Blätter her, deren Querschnitte zum Vergleich in Fig. 7 und 8 wiedergegeben sind.

Ausserdem macht sich, wie nicht anders zu erwarten, ein direkter Einfluss äusserer Faktoren bemerkbar, der naturgemäss einzelne Unterschiede etwas verwischen muss. Vergleichen wir z. B. die Blätter zweier „Lichtsprosse“, die im Freien und im Gewächshausschatten ausgetrieben hatten (conf. Fig. 1 und 3), so sehen wir bei letzteren die Blattdicke geringer, die Palissadenzellen kürzer, die Intercellularen etwas grösser erscheinen[2]). Noch besser tritt der Unterschied an den entsprechenden „Schattenblättern“ hervor (conf. Fig. 2 und 4). Häufig sieht man dann, bei heller Beleuchtung, die oberste Schwammparenchymzelllage in der Richtung der Palissaden etwas gestreckt.

Im Gegensatz zu den besprochenen anatomischen Unterchieden ist zu erwähnen, dass die Ausbildung des roten Farbstoffes, wie er für die Blätter der Blutbuche so charakteristisch ist, nach meinen Erfahrungen, nicht unter dem Einflusse von Nachwirkungen steht, vielmehr direkt, entsprechend der jeweiligen, das Blatt treffenden Lichtmenge, auftritt. In hellem Licht waren „Licht-“ sowie „Schatten-“ blätter intensiv rot gefärbt, im Schatten dagegen fast rein grün.

III.

Fassen wir das Resultat unserer vorstehenden Ausführungen noch einmal zusammen, so ergiebt sich unzweideutig, dass bei den

1) Übrigens ist es mir nicht gelungen, so extrem ausgebildete Schattenblätter, wie sie Stahl III abbildet, im Freien aufzufinden. Sie scheinen demnach zu den Seltenheiten zu gehören.

2) Beiläufig bemerkt fand ich, dass im Schatten die Chlorophyllkörner der zweiten, unteren Palissadenschicht meist deutlich Flächenstellung (also parallel zur Blattspreite), einnahmen und so sich am oberen und unteren Ende der Zelle ansammelten. Nach Stahl II S. 870 tritt eine solche Umlagerung in den Palissadenzellen für gewöhnlich nicht ein. Offenbar haben wir in dem von uns beobachteten Falle Anklänge an Eigenschaften der Schwammparenchymzellen zu erblicken.

baum- und strauchartigen Gewächsen[1]) die sogenannten Licht- und Schattenblattmerkmale auch ohne einen direkten Einfluss des Lichtes schon in frühen Entwicklungsstadien, sei es noch in der geschlossenen Knospe oder bald nach Aufbrechen derselben, zur Ausbildung gelangen können, d. h. also, dass den Blattanlagen bereits innerhalb der Knospe eine bestimmte Gestalt bezw. Struktur induziert ist.

Vom teleologischen Gesichtspunkt aus betrachtet ist diese Tatsache von grosser Wichtigkeit für die Pflanze. Erinnern wir uns daran, dass die Knospen der Schattensprosse (im Innern der Baumkrone) verhältnismässig früh austreiben, so ist klar, dass daselbst die jungen Blätter ihre erste und intensivste Entwicklung bei einer weit helleren Beleuchtung durchmachen, als die ist, bei welcher sie späterhin assimilieren müssen, da ja die im übrigen noch unbelaubte Krone nur wenig Licht absorbiert[2]). Eine direkte Anpassung allein wäre daher nur wenig nutzbringend. Übrigens gilt dasselbe für kleinere früh austreibende Bäume und Sträucher, welche im Schatten von Bäumen wie z. B. die Eichen, Eschen, Robinien etc. stehen, die ihr Laub erst spät entfalten.

Fragen wir uns nach den Ursachen dieser Erscheinungen, so dürfen wir dieselben wohl ohne Bedenken in denselben Faktoren zu suchen haben, welche bei direkter Einwirkung derartige Eigenschaften hervorzurufen vermögen. Als solche kommen nach bisher vorliegenden Untersuchungen besonders das Licht und die Transpiration (d. h. Luft- bezw. Bodenfeuchtigkeit) in Frage. Wenngleich die Wirkungssphären beider Faktoren noch keineswegs scharf gegen einander abgegrenzt werden konnten (ich hoffe diese Frage späterhin noch eingehender behandeln zu können), so dürfte doch als feststehend zu betrachten sein, dass z. B. die Blattgrösse von den beiden oben genannten Faktoren[3]) abhängt, die Anordnung des Palissadengewebes dagegen ausschliesslich auf Rechnung des Lichtes zu setzen ist[4]). Während aber die Reaktion nach bisheriger und auch durch einige

1) Allgemeiner vielleicht: allen mit überwinternden Knospen versehenen Pflanzen.

2) Genauere, zahlenmässige Belege finden sich bei WIESNER III, S. 638ff.

Übrigens würden auch bei Fortfall eines Zeitunterschiedes im Austreiben der Licht- und Schattenknospen trotzdem ganz ähnliche Verhältnisse bestehen bleiben.

3) Bei unserer Versuchsanordnung konnte die Bodenfeuchtigkeit ausser Acht gelassen werden.

4) Nach KOHL wird bei grösserem Feuchtigkeitsgehalt der Luft bezw. des Bodens die Epidermis dünner, die Intercellularen und die Blattfläche grösser. Andererseits geht aus den Untersuchungen DUFOUR's l. c., WIESNER's I S. 315 und anderer Autoren hervor, dass bei Abnahme der Lichtintensität auch die Blattgrösse geringer wird, wobei speciell nach dem letztgenannten Autor wahrscheinlich neben einem Maximum und Minimum ein dazwischen liegendes Optimum zu unterscheiden ist. Vergl. hierzu auch KNY II S. 368. Eine schärfere Trennung der Wirkungsweise wäre namentlich mit Rücksicht auf Correlationserscheinungen erwünscht.

unserer Buchenversuche bestätigten Annahme direkt erfolgt[1]), macht sich nach unseren Untersuchungen ein solcher Einfluss ausserdem auch auf indirektem Wege bemerkbar[2]). Dieselbe Ursache und dieselbe Wirkung sind also in ganz verschiedener Weise kausal mit einander verknüpft.

Dass die Induktion der jungen Blattanlagen nicht etwa doch auf einer direkten Einwirkung äusserer Faktoren beruht, geht daraus hervor, dass in der geschlossenen Knospe der Vegetationspunkt weder von dem Licht, noch von der Transpiration direkt betroffen wird. Aus diesem Grunde halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass die Vegetationspunkte unterirdischer Pflanzenteile, wie die Rhizome, Zwiebeln etc. von ausdauernden krautigen Gewächsen ganz ähnlichen Nachwirkungserscheinungen unterliegen. Andererseits ist allerdings der Versuch gemacht worden, die Licht- und Schattenblattmerkmale auf Ernährungsunterschiede zurückzuführen. DUFOUR l. c. S. 408 (vergl. hierzu HERBST S. 725 u. f.). Nach WIESNER III, S. 694, GÉNEAU DE LAMARLIÈRE S. 369[3]) (vergl. auch BÜSGEN S. 141) ist bekanntlich die Assimilationstätigkeit im Schattenblatt bedeutend geringer als im Lichtblatt. Da dementsprechend die aufgespeicherten plastischen Reservestoffe im Schattenspross in geringerer Menge vorhanden sein müssen, so ist allerdings wahrscheinlich, dass die Ernährung der Knospe und der jungen Blätter eine von der des Lichtsprosses abweichende ist, obwohl ein gewisses Äquivalent durch die geringe Zahl der in der Schattenknospe angelegten Blätter geschaffen ist. Trotzdem liegt zweifellos eine äussere Reizwirkung des Lichtes vor, da quantitative Ernährungsunterschiede uns niemals über die bekannten Strukturveränderungen des grünen Gewebes Aufklärung geben können; eher wäre schon an qualitative Ernährungsdifferenzen zu denken.

Was die durch Transpiration veranlassten Änderungen der Blattstruktur anbetrifft, so liegt der Charakter eines Reizvorganges noch klarer zu Tage.

---

1) Die Frage, ob für die Streckung der Palissadenzellen eine direkte Reizwirkung des Lichtes (STAHL) oder die Ableitung der Assimilationsprodukte (HABERLANDT) massgebend ist, wird hierdurch nicht berührt.

2) Wenn GÖBEL in der Einleitung zu seinen pflanzenbiologischen Schilderungen (S. 5) Anpassungen (bei höheren Pflanzen) allgemein als auf indirektem Wege entstanden wissen will, so scheint mir dies in Ermangelung von genaueren Belegen eine etwas weitgehende Verallgemeinerung einiger allerdings zweifellos feststehender Tatsachen dieser Art zu sein (z. B. die Ausbildung der Heterophyllie gewisser Wasserpflanzen).

3) G. de L. fand die Assimilationstätigkeit der Licht- und Schattenblätter der Buche in folgenden Verhältnissen stehend: 0,038 : 0,024; 0,081 : 0,063; 0,023 : 0,017. Diese Zahlen wurden bei diffusem und direkten Sonnenlicht gewonnen. Es wäre wünschenswert gewesen zu prüfen, inwieweit sich im Schatten das Verhältnis etwa zu Gunsten der Schattenblätter verschiebt.

Zum Schluss dürfte es nicht ohne Nutzen sein, unseren Beobachtungen einige verwandte Erscheinungen gegenüber zu stellen. Zunächst möge an diejenigen Wasserpflanzen erinnert sein, welche mit zweierlei Blättern ausgestattet sind, wie z. B. *Sagittaria*, *Potamogeton* etc., von denen die einen untergetaucht als Wasserblätter vorkommen, die anderen an der Oberfläche des Wassers schwimmen. Wie GOEBEL I S. 6 u. a. O. näher ausgeführt hat, kann es sich bei der Ausbildung der Schwimmblätter in den seltensten Fällen um einen direkten Einfluss äusserer Faktoren auf das Blatt selbst handeln, da ja die Schwimmblätter an derselben Stelle, d. h. unter Wasser angelegt und ausgebildet werden, wie die untergetaucht bleibenden Wasserblätter[1]). Es muss also eine Veränderung des Vegetationspunktes angenommen werden. GOEBEL hat übrigens experimentell an *Sagittaria* nachgewiesen, dass das Licht bei der Ausbildung von Schwimmblättern insofern von Bedeutung ist, als diese, als die höher organisierte Blattform, bei ungünstiger Beleuchtung ganz unterdrückt wird[2]). Bekanntlich unterbleibt an tieferen Standorten sowie in fliessendem Wasser die Schwimmblattbildung ebenfalls. Es wäre interessant zu wissen, ob analog unserem Beispiel die Pflanzen letztgenannter Standorte die Fähigkeit bei Eintreten günstigerer Bedingungen Schwimmblätter zu bilden für kürzere oder längere Zeit eingebüsst haben, oder ob umgekehrt Pflanzen von ursprünglich seichtem Grunde bei aussergewöhnlich hohem Wasserstande doch sofort zur Bildung von Schwimmblättern schreiten können.

Ein anderes Beispiel bieten die Beobachtungen KNY's I S. 433, GOEBEL's I S. 840 und FRANK's S. 878 in Bezug auf die Erscheinung der Anisophyllie. Erstgenannter Forscher fand, dass, als im November Zweige von *Abies pectinata* um 180° gedreht wurden, die im nächsten Jahre austreibenden Sprosse eine der normalen entgegengesetzte Anisophyllie aufwiesen. Erst in dem zweitnächsten Sommer (nach $1^1/_2$ Jahren) kam die der nunmehrigen Lage entsprechende Anisophyllie zur Ausbildung. Es handelt sich auch hier um eine Nachwirkung äusserer Faktoren. Etwas ganz ähnliches beobachteten FRANK und GOEBEL bei *Acer* bezw. *Aesculus*, nur dass in diesen Fällen die Merkmale viel schneller verloren gingen. Sämtliche Versuche zeigen, dass die Nachwirkung längere Zeit andauern kann, der Zeitraum einer Vegetationsperiode wird aber selbst in dem erstbeschriebenen Beispiel nicht überschritten, denn offenbar waren im November schon die Winterknospen von *Abies* ausgebildet, mithin die im darauf-

1) Bei *Polygonum amphibium* scheint jedoch eine direkte Einwirkung des Mediums auf die Ausbildung der Blätter der Land- und Wasserform vorzuliegen. Conf. MASSART l. c.

2) Dasselbe tritt bei verschiedenen Wasserpflanzen durch Kultur auf dem Trockenen ein. Conf. GÖBEL II, Bd. 2, S. 287.

folgenden Sommer zu Tage tretende Anisophyllie auch durch die Orientierung der Knospe gegeben.

Gerade in diesem Zusammenhage sind noch die bekannten Versuche BONNIER's S. (297) mit *Teucrium Scorodonia* und anderen Pflanzen in Bezug auf die Anpassung an das alpine Klima zu erwähnen. Pflanzen der Niederung nehmen, wenn sie in alpines Klima versetzt werden, allmählich Eigenschaften an, durch welche sich die typischen Vertreter jener Standorte oft in so charakteristischer Weise auszeichnen. Speziell der Habitus und die Struktur der Blätter zeigt hierbei häufig ganz ähnliche Veränderungen, wie sie uns bei unseren Versuchen entgegentraten, wobei auch die Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse eine ganz ähnliche Rolle spielen. Besonders wichtig ist aber, dass bei Zurückversetzen derselben Pflanzen in die Niederung die alpinen Charaktere sich erst im Laufe mehrerer Jahre verloren, dass mithin neben einer direkten Einwirkung auch eine Nachwirkung jener klimatischen Faktoren, die sich auf mehrere Vegetationsperioden erstreckte, bemerkbar machte.

Auch für unsere Versuche wäre es wünschenswert gewesen, die Dauer der Nachwirkung festzustellen, was bei der gewählten Versuchsanstellung allerdings ausgeschlossen war. Wir sahen nur, dass die induzierte Form und Struktur der Blätter der ausgleichenden Wirkung der äusseren Faktoren getrotzt hatte.

Da der Vegetationspunkt selbst, wie gesagt, in den meisten Fällen von den äusseren Faktoren nicht direkt beeinflusst werden kann, da er durch Knospenschuppen verdeckt ist, so ist es wahrscheinlich, dass die Reizperception sich an anderen Teilen des Zweiges (Blatt, Stamm) vollzieht[1]). Es ist anzunehmen, dass hierdurch der Charakter des ganzen Sprosses verändert wird, so dass nicht nur die bereits tätigen Vegetationspunkte, sondern auch die der Reserveknospen, schlafenden und Adventiv-Knospen etc. mit unter dem Einfluss jener Nachwirkung stehen. Zu erinnern wäre daran, dass bei manchen Pflanzen dauernd tätige Vegetationspunkte überhaupt nicht vorkommen, der Haupttrieb vielmehr jährlich durch einen Axillartrieb ersetzt wird, wie dies z. B. bei der Buche meist der Fall ist.

Das Verhalten der Licht- und Schattensprosse ein und derselben Pflanze ist, wie wir sahen, so verschiedenartig und charakteristisch, dass man fast von zwei verschiedenen Rassen oder Varietäten sprechen könnte. Ein solcher Vergleich ist um so naheliegender, als solche Sprossbildungen nicht selten eine ziemliche Selbständigkeit besitzen (man denke an Ausläufer), ja die Fähigkeit gewisser Pflanzen, sich normaler Weise durch Knospen zu vermehren, berechtigt fast von

1) In Bezug auf Anisophyllie steht der Vegetationspunkt meist dauernd unter Einfluss der Schwerkraft.

einer Vererbung erworbener Eigenschbften im weitesten Sinne zu sprechen. Versuche mit Zwiebelgewächsen und Wasserpflanzen dürften in dieser Hinsicht vielleicht bemerkenswerte Aufschlüsse liefern. Noch deutlicher liegen die Verhältnisse bei den BONNIER'schen Versuchen, wenngleich die neueren Untersuchungen KERNER's S. 459 eine bei geschlechtlicher Fortpflanzung stattfindende Vererbung solcher Anpassungscharaktere nicht nachweisen konnten.

Litteratur.

BONNIER, Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin. Ann. des sc. nat. 7me série, Botan. t. 20, Paris 1895.

BÜSGEN, Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena, 1897.

DUFOUR, Influence de la lumière sur la forme et la structure des feuilles. Annales des sciences nat., 7me série, Botanique, t. 5. Paris 1887.

EBERDT, Beitrag zu den Untersuchungen über die Entstehungsweise des Pallisadenparenchyms. Freiburg i. B. Dissertation 1887.

FRANK, Über die Einwirkung der Gravitation auf das Wachstum einiger Pflanzenteile. Bot. Zeit. 1868, S. 873.

GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, Sur l'assimilation comparée des plantes de même espèce, développées au soleil ou à l'ombre. Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Paris t. 115. 1892. No. 9.

GOEBEL, I. Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Bot. Zeit. Jahrg. 38, 1880, S. 753 u. f.

— II. Pflanzenbiologische Schilderungen. T. I. u. II. Marburg 1889 u. 1893.

— III. Organographie der Pflanzen 1898.

HERBST, Über die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese II. Biolog. Centralbl., Bd. 15, 1895. No. 20 u. ff.

JOST, Über den Einfluss des Lichtes auf das Knospentreiben der Rotbuche. Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XII., 1894.

KERNER, Pflanzenleben. II. Aufl., Bd. II.

KNY, I., Über die Bedeutung der Florideen in morphologischer und histologischer Beziehung und den Einfluss der Schwerkraft auf die Coniferenblätter. Bot. Zeit., Jahrg. 31, 1873.

— II., Text zu den Botanischen Wandtafeln. Abth. VIII. Berlin 1890.

KOHL, Die Transpiration der Pflanzen und ihre Einwirkung auf die Ausbildung pflanzlicher Gewebe. Braunschweig 1886.

MASSART, L'accomodation individuelle chez *Polygonum amphibium*. Bullet. du jard. Bot. de l'État à Bruxelles. Vol. I., 1902.

NORDHAUSEN, Untersuchungen über Asymmetrie von Laubblättern höherer Pflanzen nebst Bemerkungen zur Anisophyllie. Jahrb. für wissenschaftl. Bot., Bd. 37, 1901.

STAHL, I. Über den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreiche. Bot. Zeit., 1880, No. 18—24.

— II. Über den Einfluss der Lichtintensität auf Struktur und Anordnung des Assimilationsparenchyms. Bot. Zeit. 1880, No. 51.

— III. Über den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. 16, 1883, S. 162 u. f.

Wiesner, I. Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete I. Sitzungsber. der kaiserl. Akad. der Wiss., Math.-naturw. Klasse, Wien 1893. Bd. 102, Abt. I.
— II. Bemerkungen über den faktischen Lichtgenuss der Pflanzen. Ber. der Deutschen Bot. Ges., 1894, Bd. 12.
— III. Untersuchungen über den Lichtgenuss der Pflanzen mit Rücksicht auf die Vegetation von Wien, Cairo und Buitenzorg (Java). Sitzungsber. der kaiserl. Akad. der Wiss., Math.-naturw. Klasse, Wien 1885. Bd. 104, Abt. I.

Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche Figuren sind mit dem Zeichenapparat entworfen. Sie stellen Blattquerschnitte dar, die mit Ausnahme von Fig. 5 und 6 von ein und derselben Blutbuche herrühren, Fig. 5 u. 6 stammen von einer Rotbuche, geben aber genau die Verhältnisse der entsprechenden Versuche mit der oben genannten Blutbuche wieder. Die Vergrösserung beträgt überall 350.

Fig. 1. Blatt eines bei heller Beleuchtung gezogenen „Lichtsprosses".
„ 2. Blatt eines bei heller Beleuchtung gezogenen „Schattensprosses".
„ 3. Blatt eines im Schatten gezogenen „Lichtsprosses".
„ 4. Blatt eines im Schatten gezogenen „Schattensprosses".
„ 5. Blatt eines bei Lichtabschluss gezogenen „Lichtsprosses".
„ 6. Blatt eines bei Lichtabschluss gezogenen „Schattensprosses".
„ 7. Lichtblatt von der im Freien stehenden Originalpflanze. (Blutbuche).
„ 8. Schattenblatt von der im Freien stehenden Originalpflanze. (Blutbuche).

7. Hugo de Vries: Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze.

(Vorläufige Mitteilung).

Eingegangen am 21. Januar 1903.

Der Satz, dass die sichtbaren Eigenschaften der Organismen aus scharf voneinander unterschiedenen Einheiten aufgebaut sind, führt in der Lehre von der Entstehung der Arten und Varietäten zu einer einfacheren Auffassung der Erscheinungen als die jetzt herrschende Selektionstheorie und zugleich zu einer schärferen Unterscheidung der einzelnen Gruppen von Vorgängen. Dasselbe ist der Fall auf dem Gebiete der Bastardierungen, wo jetzt der MENDEL'schen Entdeckung eine übertriebene Bedeutung zugeschrieben wird, und wo, wie BATESON zusammenfassend betont, eine allgemeine Andeutung über die gemeinschaftlichen Züge der Erscheinungen, welche den MENDEL'schen

Gesetzen folgen, noch völlig fehlt, und es sogar unbekannt ist, ob es solche gemeinschaftliche Züge überhaupt gibt oder nicht[1]).

In erster Linie haben wir einen Unterschied zu machen zwischen den Variations- und den Mutationsmerkmalen, oder wie TSCHERMAK es ausdrückt, zwischen den variativen und den mutativen Unterscheidungsmerkmalen[2]). Die variativen Kennzeichen sind die Abweichungen vom Mittel der einzelnen Eigenschaften und gehorchen den statistischen Gesetzen QUETELET's; sie sind in jeder grösseren Gruppe von Individuen in den verschiedensten Graden ausgebildet. Die mutativen Merkmale unterscheiden die Individuen gruppenweise, ohne Zwischenstufen, oder doch nur mit scheinbaren Übergängen; sie bilden die Differenzen zwischen den einzelnen Arten und Varietäten.

Die mutativen Merkmale entstehen nach meiner Auffassung stossweise. Und zwar nach zwei prinzipiell verschiedenen Modalitäten. Der Fortschritt im Stammbaum beruht auf die Entstehung neuer Eigenschaften, die ganze bereits in einem Organismus vorhandene Anzahl wird dabei um eine neue Einheit vermehrt, und zwar im allgemeinen bei jedem einzelnen Schritt um eine einzelne Anlage.

Solche Mutationen nenne ich progressive. Daneben kommt es aber auch vor, dass eine bereits vorhandene Anlage in Bezug auf ihre Aktivität aus einem Zustande in einen anderen übergeht. Ganz gewöhnlich ist z. B. der Fall, dass sie aus dem aktiven Zustande austritt und latent wird, und in dieser Weise entstehen eine sehr grosse Anzahl von Varietäten, welche sich ihrer Art gegenüber durch den Mangel der Blütenfarbe, der Behaarung, Bewaffnung oder durch die Latenz irgend einer anderen Eigenschaft auszeichnen. Ich nenne diese Fälle retrogressive Mutationen. Andererseits können auch latente Eigenschaften aktiv werden, oder es können die semi-latenten Merkmale der Halbrassen in die semi-aktiven der Mittelrassen übergehen etc. Diese bis jetzt noch wenig studierte Gruppe von Fällen fasse ich einstweilen als degressive Mutationen zusammen. (Vergl. meine Mutationstheorie, Bd. I, S. 424, 455, 460, 463 etc. sowie Bd. II, Abschn. IV).

Durch progressive Mutationen entstehen die elementaren Arten, durch retrogressive und degressive die echten Varietäten (l. c. S. 455 bis 456). Die retrogressiven Varietäten kann man wegen der scharfen Trennung von ihrer Art auch konstante, die degressiven wegen ihrer grossen und oft transgressiven Variabilität auch inkonstante Varietäten nennen.

---

1) W. BATESON, MENDEL's Principles of heredity 1902, S. 83.

2) ERICH TSCHERMAK, Der gegenwärtige Stand der MENDEL'schen Lehre. Zeitschr. für das landw. Versuchswesen in Österreich 1902.

Auf dem Gebiete der Bastardierungen lassen sich gleichfalls zwei grosse Gruppen von Erscheinungen unterscheiden, wenn wir einstweilen von der Kreuzung variativer Merkmale absehen. Die eine umfasst die sogenannten konstanten Bastardeigenschaften. Kommen diese rein, d. h. nicht mit Merkmalen der zweiten Gruppe zusammen bei einer Kreuzung vor, so entstehen Bastardrassen, welche in ihren Nachkommen sich selber gleichbleiben, und welche, wie bereits KERNER VON MARILAUN für eine Reihe wildwachsender Formen nachwies, von echten Arten oft nicht oder kaum zu unterscheiden sind. Die zweite Gruppe umfasst die spaltungsfähigen Eigenschaften; die Nachkommen der Hybriden sind hier unter sich ungleich, die einzelnen Eigenschaften trennen sich und verbinden sich in den am besten untersuchten Fällen nach den von MENDEL für Erbsen aufgestellten Formeln. Es lassen sich in dieser Gruppe wiederum zwei Unterabteilungen unterscheiden, je nachdem die beobachteten Zahlenverhältnisse klar und ohne weiteres auf jene Formeln passen, oder infolge verschiedenen Umstände sich ihnen nur mehr oder weniger deutlich anschliessen.

Meine Untersuchungen lehren nun, dass diese Hauptgruppen der Bastardierungsvorgänge mit den oben unterschiedenen Typen der Mutationen zusammenfallen. Und zwar lassen sich die folgenden Sätze aufstellen:

Satz I. Den retrogressiven Mutationen entsprechen die typischen MENDEL-Kreuzungen. Hierher gehören die Latenz der Farben der Blüten, der Früchte, der Samen und des Laubes, die Latenz der Behaarung und Bewaffnung, die mangelnde oder mangelhafte Ausbildung der Stärke in den Samen, der teilweise Verlust des unterständigen Fruchtknotens etc. (Mutationstheorie II, S. 146).

Satz II. Den degressiven Mutationen entsprechen die übrigen MENDEL-Kreuzungen. Der Nachweis der Gültigkeit der MENDEL'schen Formeln ist hier meist mehr oder weniger erschwert. Namentlich in den Fällen der transgressiven Variabilität, wenn also die mutativen Merkmale der beiden Eltern eines Bastardes zwar scharf getrennt sind, die fluctuierende Variabilität dieser Eigenschaften aber einzelne und oft viele Individuen die Grenzen der beiden Typen überschreiten lässt. Denn man kann es dann dem einzelnen Exemplare nicht ansehen, zu welchem Typus es gehört, und es leuchtet ein, dass die Zählungen dadurch ganz bedeutend an Schärfe verlieren. In meinem Aufsatz über die tricotylen Rassen habe ich dieses Prinzip näher begründet[1]). In solchen Fällen ist es sehr schwer, unter den Nachkommen der Hybriden die Individuen mit dem rezessiven Merkmal von den dominantmerkmaligen zu trennen.

1) Diese Berichte. Jahrg. 1902, Bd. XX, Heft II, S. 45.

Dennoch gelingt es, wenn auch bisweilen auf Umwegen, die Giltigkeit der MENDEL'schen Formeln nachzuweisen. Als Beispiele führe ich zunächt die Tricotylie selbst an. (*Antirrhinum majus*, *Cannabis sativa*, *Papaver Rhoeas*). Ferner die Synkotylie von *Helianthus annuus*, die gestreiften Blüten (*Antirrhinum majus*), die Pleiophyllie (*Trifolium pratense quinquefolium*), die bunten Blätter (*Oenothera Lamarckiana*), die gefüllten Blumen (*Papaver somniferum*), die Polycephalie des Mohnkopfes, etc.[1])

Satz III. Den progressiven Mutationen entprechen die konstanten Bastardeigenschaften. Einen sehr typischen hierher gehörigen Fall bildet der Bastard von *Oenothera muricata* und *O. biennis*, den ich in vier Generationen kultiviert und durchaus konstant gefunden habe[2]).

Eine Reihe weiterer Beispiele werde ich teils nach eigener Erfahrung, teils nach den Beobachtungen anderer in der nächsten Lieferung meiner Mutationstheorie zusammenstellen. Die Anzahl der bekannten konstanten Bastardrassen ist aber vorläufig noch eine kleine, weil in den meisten bisher ausgeführten Kreuzungen neben den progressiv-mutativen Unterscheidungsmerkmalen der Eltern auch retrogressiv-mutative und oft auch degressive vorhanden sind. Und in solchen Fällen spalten sich die Nachkommen der Hybriden in einigen Kennzeichen, während sie in anderen konstant bleiben.

Fassen wir diese Sätze kurz zusammen, so können wir sagen: Bei Kreuzungen geben einseitig fehlende Anlagen Veranlassung zu konstanten Bastardeigenschaften, während beiderseits, aber in verschiedenen Zuständen der Aktivität vorhandene Anlagen spaltungsfähige Bastardmerkmale geben.

MACFARLANE hat für die Kreuzungen, bei denen eine Anlage in einem der beiden Eltern vorhanden ist, in dem anderen aber fehlt, die Bezeichnung unisexuelle eingeführt[3]). Dem entsprechend kann man die Anlagen, welche beiderseits vorhanden sind, aber in verschiedenen Zuständen der Aktivität vorkommen, bisexuelle nennen. Unter Anwendung dieser Bezeichnungen können wir also sagen, dass in Bezug auf die einzelnen Eigenschaften unisexuelle Kreuzungen konstante Bastardeigenschaften geben, während bisexuelle den MENDEL'schen Spaltungsgesetzen folgen.

Die einfachste Form erreichen wir aber für unseren Satz, wenn

1) Für die ausführliche Beschreibung dieser Versuche, sowie für die weiteren Beispiele vergleiche man die demnächst erscheinende fünfte Lieferung meiner Mutationstheorie (Leipzig, VEIT & COMP.).

2) Diese Berichte XVIII, S. 437.

3) J. M. MACFARLANE. The minute structure of plant hybrids. Transactions Roy. Soc., Edinburgh 1892.

wir die oben angeführte Unterscheidung von elementaren Arten und Varietäten auf die einzelnen Merkmale anwenden. Wir nennen dann die progressiv entstandenen Eigenschaften Artmerkmale, die retrogressiv bezw. degressiv entstandenen aber Varietätmerkmale. Unser Satz lautet dann:

Die MENDEL'schen Gesetze gelten für Varietätmerkmale, während Artmerkmale bei Kreuzungen konstante Bastardeigenschaften liefern.

Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass systematische Arten von ihren Verwandten ganz gewöhnlich teilweise durch Artmerkmale, teilweise aber auch durch Varietätmerkmale unterschieden sind. In sehr vielen systematischen Arten kann ja der ursprüngliche, progressiv entstandene Typus ausgestorben sein, während eine oder mehrere, aus diesem retrogressiv hervorgegangene Formen noch vorhanden sind. So ist z. B. *Lychnis vespertina* meiner Ansicht nach eine weiss blühende Varietät einer ausgestorbenen rotblütigen Art. Kreuzt man nun solche Formen mit verwandten Arten, so können gemischte Bastarde entstehen, welche in Bezug auf die progressiv entstandenen Merkmale der Eltern konstant sind, in Bezug auf die retrogressiv entstandenen Differenzpunkte aber sich den MENDEL'schen Formeln fügen.

Der ausgesprochene Satz ist aus dem Studium der älteren Literatur und aus meinen eigenen Erfahrungen abgeleitet. Die in den beiden letzten Jahren von CORRENS, TSCHERMAK, BATESON, CUÉNOT[1]) und anderen veröffentlichten Ergebnisse stimmen, sowohl auf zoologischem als auf botanischem Gebiete in den klaren Fällen mit meiner Ansicht überein[2]). Doch gibt es noch Ausnahmen, welche aber voraussichtlich bei näherer Prüfung sich wohl als nur scheinbar ergeben werden[3]). Auch sind manche Erscheinungen, welche bisher als Ausnahmen bezeichnet wurden, eigentlich nur spezielle Fälle des allgemeinen Gesetzes[4]).

Der Gegensatz zwischen den konstanten und den spaltungsfähigen Eigenschaften der Bastarde hat somit seinen Grund in dem gegensätzlichen Verhalten der inneren Eigenschaften in den beiden Eltern. MENDEL hat bereits gezeigt, dass die einfachste Erklärung der von ihm beobachteten Erscheinungen durch die Annahme gegeben ist, dass bei der Entstehung der Sexualzellen der Bastarde die An-

---

1) L. CUÉNOT, La loi de MENDEL et l'hérédité de la pigmentation chez les souris. Arch. Zool. expérim. et générale No. 2, 1902.

2) Eine sehr ausführliche Liste der Einzelfälle geben W. BATESON und E. R. SAUNDERS, Experimental studies in the physiology of heredity, Journ. Royal Society 1902, S. 139 ff.

3) C. CORRENS, Über scheinbare Ausnahmen von der MENDEL'schen Spaltungsregel für Bastarde. Diese Berichte XX, S. 159.

4) C. CORRENS, Über Levkoyenbastarde. Botan. Centralbl. Bd. 4, 1900.

lagen paarweise gegen einander ausgetauscht werden. Für einen solchen Austausch ist es erforderlich, dass jede im einen Elter des Bastardes vorhandene Anlage in dem andern eine ihr antagonistische findet. Nun ist es klar, dass nicht jede zwei beliebige Anlagen zweier Arten oder Varietäten ein solches Paar von Antagonisten bilden können. Im Gegenteil muss der Antagonismus in der Natur der Anlagen selbst begründet sein. Und da lässt sich zeigen, dass für diesen Antagonismus die Bedingung ist, dass dieselbe Anlage in beiden Eltern, wenn auch in verschiedenen Zuständen der Aktivität vorhanden sei[1]). Denn bei der normalen Befruchtung werden ja offenbar nur gleichnamige Anlagen gegen einander ausgetauscht. Und hieraus ergibt sich ferner, weshalb die retrogressiv und die degressiv entstandenen Differenzpunkte den MENDEL'schen Spaltungsgesetzen folgen.

Bei progressiv entstandenen Eigenschaften ist offenbar der erwähnten Bedingung nicht genügt. Im einfachsten Fall unterscheidet sich hier der eine Elter eines Bastardes von dem andern gerade dadurch, dass er eine innere Eigenschaft, eine sogenannte Anlage, mehr besitzt als jener. Diese Eigenschaft findet dann bei der Kreuzung keinen Antagonisten. Sie liegt im Bastard ungepaart. Sie kann nicht ausgetauscht werden und somit keine nach MENDEL's Formeln spaltbaren Bastardmerkmale geben. Wenn die übrigen Anlagen ausgetauscht werden, erfährt sie vermutlich oft eine vegetative Teilung; wenigstens deutet die Konstanz in den auf einander folgenden Generationen solcher Bastarde vorläufig darauf hin. Die damit verbundenen Abweichungen von dem normalen Verhalten werden voraussichtlich später zu einer Erklärung der verminderten und oft fehlenden Fruchtbarkeit so vieler Hybriden führen.

Die MENDEL'schen Kreuzungen schliessen sich meiner Ansicht nach sehr eng an die Vorgänge der normalen Befruchtung und somit auch an die Kreuzungen variativer Merkmale an. Es drängt sich die Vermutung auf, dass die Gesetze für diese grossen Gruppen von Erscheinungen dieselben sind. Nur treten uns die Vorgänge bei der Bastardierung von Varietäten leicht und klar vor die Augen, und sind die Gegensätze der dominierenden und der rezessiven Merkmale vielfach bequem und scharf zu beobachten. Bei der normalen Befruchtung entziehen sich die Vorgänge des Austausches der Anlagen, falls ein solcher stattfindet, offenbar um so mehr der Beobachtung, je geringer die Differenz zwischen den beiden Eltern ist. Und bei grösseren Differenzen, d. h. also bei der Kreuzung variativer Merk-

1) Vergl. die demnächst erscheinende Lieferung meiner Mutationstheorie.

male, sind die Schwierigkeiten der Beobachtung noch immer so grosse, dass es vielleicht noch lange Zeit dauern wird, ehe es möglich sein wird, die Gültigkeit der hier aufgestellten Erklärung experimentell zu beweisen. Doch lassen sich offenbar von einer Anwendung des MENDEL'schen Prinzips auf dem Gebiete der fluktuierenden Variabilität manche wichtige Fingerzeige für weitere Untersuchungen erwarten.

Die im obigen angeführten Sätze gelten nur für den normalen, immutabelen Zustand der Eigenschaften. Befinden sich die Pflanzen aber in einer Mutationsperiode, so verhalten sich die betreffenden Eigenschaften bei den Kreuzungen ganz anders. Sie befinden sich dann eben in einer labilen Gewichtslage, und deshalb können leicht Störungen eintreten.

Diese Mutationskreuzungen habe ich in meiner Mutationsgruppe der *Oenothera Lamarckiana* ausführlich studiert und das wichtigste darüber bereits in meinem Aufsatze über die erbungleichen Kreuzungen, von denen sie einen der auffallendsten Typen bilden, mitgeteilt[1]). Sie geben konstante Bastardeigenschaften, aber in der Regel ist die erste Generation der Bastarde keine einförmige, sondern wiederholt sie die beiden elterlichen Typen neben einander. Die progressiv entstandenen Formen (*Oenothera gigas*, *Oenothera rubrinervis* u. s. w.) scheinen sich dabei nicht wesentlich anders zu verhalten als die retrogressiv gebildeten (*Oenothera nanella*). Doch sind meine Untersuchungen über diesen Punkt noch nicht abgeschlossen.

Die Eigentümlichkeit dieser Mutationskreuzungen bedingt es, dass man in den Bastardierungen ein Mittel hat, um zu entscheiden, ob bei einer gegebenen Pflanze eine Eigenschaft im mutabelen Zustande oder in fester Gleichgewichtslage vorhanden ist. Und vielleicht wird manche angebliche Abweichung einer Bastardgruppe von dem normalen Verhalten in solcher Weise zur Entdeckung von Mutationsvorgängen führen können. Auch lässt sich in dieser Weise, wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit, das Aufhören einer beobachteten Mutationsperiode nachweisen. So fand ich z. B., dass *Oenothera rubrinervis*, welche in meinen Kulturen nie durch Mutation *Oenothera nanella* hervorgebracht hat, bei Kreuzung mit dieser letzteren auch nicht den Gesetzen der Mutationskreuzungen folgt, sondern sich dem Typus der MENDEL'schen Bastarde anschliesst. Sogar eine und dieselbe Nanella-Pflanze verhält sich gegenüber der *Oenothera rubrinervis* anders als gegenüber der *Oenothera Lamarckiana*; mit jener

1) Diese Berichte. Bd. XVIII, S. 435.

gibt sie spaltungsfähige Bastarde, mit dieser aber eine zweiförmige erste Generation, deren Glieder in ihren Nachkommen konstant sind. Es entscheidet somit über den Erfolg der Kreuzung in diesem Falle nicht die Nanella-Anlage in den Nanella-Pflanzen selbst, sondern die Frage, ob die antagonistische Anlage in dem andern Elter mutabel oder immutabel ist.

8. Friedrich Hildebrand: Über die Stellung der Blattspreiten bei den Arten der Gattung Haemanthus.

Eingegangen am 22. Januar 1903.

Auf der Naturforscherversammlung in Karlsbald hat J. WIESNER in sehr erfreulicher Weise die Bemerkung gemacht, dass nach der Behandlung der Blattstellungsfrage als ein rein morphologisches Problem und deren Hinüberlenken ins physiologische Fahrwasser es nun an der Zeit sei, die Frage der Blattstellungen auch vom biologischen Standpunkt aus zu beleuchten, welcher in früherer Zeit (vergl.: HANS WINKLER in PRINGSHEIM's Jahrb. 1901) nur gelegentlich berührt worden sei. Die seinerzeit in dieser Richtung von WIESNER gemachten und in diesen Berichten Jahrgang 1902 (S. 84) mitgeteilten Beobachtungen veranlassen mich, nun auch von den meinigen, welche ich in den letzten Jahren an den Blättern der verschiedensten *Haemanthus*-Arten gemacht habe, eine kurze Zusammenstellung zu geben, um hierdurch ein besonders hervortretendes Beispiel davon anzuführen, dass Blätter, welche in ganz gleicher Weise an dem Stengel eingefügt sind, später die verschiedensten Richtungen und Stellungen ihrer Spreiten annehmen können, je nachdem es für die Belichtung dieser Spreiten von Vorteil ist.

Bei allen von mir untersuchteu *Haemanthus*-Arten, deren mir in lebendem Zustande über 30 vorliegen, sind die Blätter nach der $^1/_2$-Stellung, dicht aufeinander folgend, der sehr verkürzten Achse eingefügt. An dem unteren Teile jedes Blattes sind dessen Ränder vollständig miteinander zu einer geschlossenen Scheide verwachsen. Diese Scheiden verdicksn sich im Laufe der Zeit auf ihrer Rückseite mehr oder weniger stark und bilden die Dauerzwiebel der *Haemanthus*-Arten. An diesen die Zwiebel bildenden Teil der Blätter schliessen sich dann die Blattspreiten in dreierlei Weise an: entweder direkt, so dass sie unmittelbar auf die Zwiebel folgen,

Haemanthus tigrinus, *albiflos* etc., oder die Zwiebelschuppen gehen nach ihrem fleischigen Teil erst in eine, meist mehrere Centimeter, ja Decimeter lange häutige Röhre aus, welche erst weit entfernt von der Zwiebel die Blattspreiten an ihrem Ende trägt, wodurch ein Scheinstengel, wie bei vielen anderen Monocotyledonen, z B. bei *Musa*, hervorgebracht wird: *Haemanthus Natalensis.* Im dritten Fall geht der untere, die Zwiebel bildende Teil der Blätter in einen mehr oder weniger langen Stiel aus, welcher erst an seinem Ende die Blattspreite trägt: *Haemanthus mirabilis.*

Diese Blattspreiten nehmen nun bei den verschiedenen *Haemanthus*-Arten je nach dem Bedürfnis der Belichtung und je nach der verschiedenen Anzahl der in einer und derselben Vegetationsperiode zugleich vorhandenen Blätter sehr verschiedene Stellungen zum Horizont und zueinander ein.

Am einfachsten ist der Fall, wo in einer Vegetationsperiode immer nur zwei Blätter zugleich vorhanden sind, wie dies bei *Haemanthus tigrinus*, *coccineus*, *coarctatus* Regel ist. Hier biegen sich die beiden bei ihrem Hervortreten senkrecht aufgerichteten und aneinander geklappten Blattspreiten allmählich so weit um, dass sie schliesslich dem Erdboden vollständig horizontal aufliegen und so ihre ganze Oberseite dem direkten Sonnenlicht aussetzen, während ihre Unterseite von keinem Licht, auch nicht von seitlichem, getroffen wird. Alle diese Arten verlieren zu bestimmter Zeit, bei uns gegen den Sommer hin, ihre beiden Blattspreiten, so dass nur eine spreitenlose Zwiebel von dem Gewächs übrig ist, aus welcher dann in der nächsten Vegetationsperiode wieder zwei neue Blattspreiten hervortreten.

In anderen Fällen sind zu gleicher Zeit vier Blattspreiten vorhanden, welche wieder zweierlei Verschiedenheiten zeigen, indem sie entweder in einer und derselben Vegetationsperiode zugleich, oder in zwei aufeinander folgenden entstanden, also von sehr verschiedenem Alter sind.

Von jenen, wo die vier Blätter in einer und derselben Vegetationsperiode entstehen, ist mir einstweilen nur einer bekannt geworden, nämlich bei einer *Haemanthus*-Art, welche ich vor einigen Jahren von Herrn MAX LEICHTLIN erhielt, der die Zwiebel aus der Umgegend von Johannisburg bezogen hatte. Da die Pflanze noch nicht zum Blühen gekommen ist, lässt es sich schwer entscheiden, ob sie einer noch nicht benannten und beschriebenen Art angehört; ich möchte sie daher im Folgenden nur vorläufig mit dem Namen *Haemanthus crucifoliatus* bezeichnen, indem sie sich von allen mir zu Gesicht gekommenen *Haemanthus*-Arten dadurch auszeichnet, dass ihre vier, in einer Vegetationsperiode zugleich vorhandenen Blattspreiten nach ihrer vollständigen Entwickelung eine Stellung eingenommen haben, wie die Arme eines Andreaskreuzes.

Bei der Kultur im Freiburger botanischen Garten begannen in den drei aufeinander folgenden Jahren die Spitzen der beiden ersten Blattspreiten im Sommer hervorzutreten, und blieben in ganz senkrechter Lage, bis sich zwischen ihnen die Spitzen des zweiten Blattpaares erhoben, bei deren weiterem Hervortreten sie nur ganz schwach von der senkrechten Lage sich entfernten und sich nach aussen etwas umbogen, wobei ihre Ränder nach der Basis zu nach der Oberseite hin sich etwas umrollten.

Würden nun diese vier Blattspreiten ohne Veränderung ihrer sonstigen Lage in die Horizontalebene sich umbiegen, so würden die beiden oberen die beiden unteren schliesslich vollständig decken und ganz dem Licht entziehen. Dass dies nicht geschehe, bewirken nun eigentümliche Drehungen der Blattspreiten, welche sich kaum einfach auf Lichteinfluss zurückführen lassen dürften, sondern von inneren biologischen Anlagen herrühren. Indem nämlich die vier Blattspreiten allmählich sich mehr und mehr verlängern, fangen sie an sich voneinander zu biegen, wobei sie allmählich die Einrollung ihrer Ränder nach ihrer Oberseite zu verlieren, welche schliesslich in eine schwache Umrollung nach ihrer Unterseite übergeht. Mit dieser Umbiegung geht nun eine Lagenveränderung der Spreiten Hand in Hand, welche sehr interessanter Natur ist. Während früher die Spitzen aller vier Spreiten, wenn wir sie uns auf ein Zifferblatt projiziert denken, die der einen, nämlich von 1 und 3, nach Ziffer IX, die der beiden anderen, nämlich von 2 und 4, nach Ziffer III zeigten, also sich paarweise deckten, bewegten sich die Spitzen der beiden unteren Spreiten, nämlich von 1 und 2, allmählich gegen den Zeiger der Uhr nach VIII und nach II hin, die des oberen Paares mit dem Zeiger der Uhr nach X und IV zu. Diese Drehung nahm, während die Spreiten sich in die Horizontale umbogen, allmählich noch ein wenig zu, so dass schliesslich die ganz horizontal liegenden Spreiten in der Richtung der Arme eines Andreaskreuzes zu einander standen. Hierdurch war nun bewirkt, dass die Spreiten des oberen Blattpaares die des unteren nur an der Basis ein wenig vom Licht abschlossen, welche verdunkelte Stelle noch dadurch verringert wurde, dass alle vier Spreiten nach unten hin, wo sie in die breiten Zwiebelschuppen übergehen, sich ein wenig verschmälern.

Diese Erscheinungen sind besonders dadurch interessant, als sie zeigen, dass das eine der beiden Spreitenpaare, nämlich das obere, eine Lagenveränderung vornimmt, welche für seine eigene Belichtung durchaus von gar keinem Vorteil ist, sondern nur zum Vorteil der nun durch diese Bewegung dem Licht zugänglichen unteren beiden Spreitenflächen dient. Wir können hier also von einer Bewegung sprechen, welche nicht aus Eigennutz geschieht, sondern zum Vorteil der beiden anderen Spreiten dient und auf keinen Fall einfach

durch Einwirkung des Lichtes erklärt werden kann. Anders könnte es scheinen, dass es sich mit den beiden unteren Spreiten verhält, welche durch ihre Drehung gegen den Zeiger der Uhr aus dem Schatten der beiden oberen Spreiten heraus treten. Aber im Hinblick auf die vom Licht ganz unabhängige Drehung der beiden oberen Spreiten, können wir wohl vermuten, dass auch die Drehung der beiden unteren nicht durch Lichteinfluss hervorgebracht werde, sondern auch hier auf inneren Anlagen beruhe.

Was die Mechanik der Drehung dieser ursprünglich genau übereinander liegenden Spreiten angeht, so kann sie selbstverständlich nicht auf Drehung der Stengelglieder, wie dies bei vielen anderen Pflanzen in ähnlichen Fällen sehr augenfällig geschieht, beruhen, da ja die Basis der Blattspreiten in die dicht aufeinander folgenden Zwiebelschuppen übergeht.

Zurückgreifend möchte ich hier einiger eigentümlicher Fälle der Blattrichtung erwähnen, welche ich an einigen Exemplaren von *Haemanthus Nelsonii* beobachtete, und welche gewissermassen eine Übergangsstufe zwischen der Stellung der zwei Blattspreiten von *Haemanthus tigrinus* etc. und derjenigen der vier, von *Haemanthus crucifoliatus* soeben besprochenen bilden.

Von den vier Exemplaren, welche in üppiger Weise bei der Kultur ihre Blattspreiten entfalteten, so dass dieselben eine Länge bis zu 28 *cm* bei 15 *cm* Breite erlangten, wurden zwei in drei aufeinander folgenden Vegetationsperioden beobachtet, die anderen beiden nur in zweien.

Das eine Exemplar entwickelte in jeder der drei Perioden, jedesmal nur zwei Blattspreiten, welche wie diejenigen von *Haemanthus tigrinus* sich genau in entgegengesetzter Richtung horizontal ausbreiteten, ohne ihre ursprüngliche Richtung zu verändern.

Das zweite Exemplar verhielt sich in den drei aufeinander folgenden Vegetationsperioden verschieden; in den beiden letzten bildete es nur je zwei Blattspreiten, in der ersten aber deren vier. Diese deckten sich nun anfangs paarweise wie bei *Haemanthus crucifoliatus,* später trat aber eine Abweichung von der bei letzterem beschriebenen Veränderung ein. Die beiden oberen Spreiten blieben nämlich unverrückt an ihrem Ort, machten also keine so uneigennützigen, nur für die beiden unteren vorteilhaften Ortsänderungen, wie wir bei *Haemanthus crucifoliatus* gesehen haben. Die beiden unteren Spreiten traten aber etwas aus der Beschattung durch die oberen heraus, und zwar in sehr eigentümlicherweise, indem die eine, rechte, sich mit dem Zeiger der Uhr von Ziffer III etwas nach IV bewegte, die andere gegenüberstehende gegen den Zeiger der Uhr, etwas von IX nach VIII zu, während man hätte erwarten sollen, dass beide sich gleichläufig bewegen würden, entsprechend den Wendungen

bei *Haemanthus crucifoliatus*. In dieser Weise bildeten die vier Blattspreiten nicht ein Andreaskreuz, sondern waren in ihrer Anordnung etwa einer Kravattenschleife vergleichbar.

Die dritte Pflanze hatte in der letzten Vegetationsperiode nur zwei Blattspreiten, wie dies wohl für die Art charakteristisch ist, in der vorhergehenden bildeten sich aber deren drei aus, welche schliesslich eine sehr interessante Richtung einnahmen. Es blieb nämlich die allein unbedeckt stehende Spreite genau in ihrer ursprünglichen Richtung, während die beiden anderen, ihr gegenüberstehenden, von denen die eine die andere ursprünglich deckte, die bei *Haemanthus crucifoliatus* beschriebenen gegenläufigen Bewegungen machten, nicht nur die untere von Ziffer IX nach X sich schob, um aus dem Schatten der oberen heraus zu kommen, sondern auch die obere nach der entgegengesetzten Richtung von IX nach VIII hin sich wandte, um eine stärkere Belichtung der anderen Blattspreite zu ermöglichen.

Die vierte Pflanze endlich bildete in jeder der zwei aufeinander folgenden Vegetationsperioden je drei Blattspreiten aus, welche sich nun in ihren Stellungen genau ebenso verhielten, wie die soeben von dem ersten Jahrgang der dritten Pflanze beschriebenen.

Diese an den letzten drei Pflanzen beobachteten Fälle waren hiernach namentlich dadurch sehr interessant, dass jede einzeln stehende Blattspreite ganz unverrückt an ihrem Orte verharrte, indem eine Ortsveränderung weder für diese Spreite selbst, noch für das Gesamtwesen der Pflanze von Nutzen gewesen wäre; während von den beiden anderen die untere die eigennützige Bewegung machte, um aus dem Schatten der oberen etwas heraus zu kommen, während die obere durch ihre Bewegung nicht direkt für sich eine nützliche Bewegung machte, aber doch eine solche, welche dem Gesamtwesen der Pflanze zu gute kam.

Vielleicht sind diese an den Exemplaren von *Haemanthus Nelsonii* beobachteten Fälle noch bemerkenswerter, als der von *Haemanthus crucifoliatus* beschriebene, nämlich dadurch, dass sie zeigen, wie an einer und derselben Pflanze die Blattspreiten nur dann ihren Ort verändern, wenn dies dem Gesamtwesen der Pflanze zu gute kommt, während sie dies nicht thun, wenn der ganzen Pflanze aus ihrer Ortsveränderung kein Nutzen erwächst. —

Während, wie ich vorher beschrieben habe, bei *Haemanthus crucifoliatus* die 4 Spreiten der Blätter, welche sich zugleich an der Pflanze in derselben Vegetationsperiode befinden, alle 4 in dieser gleichen Vegetationsperiode dicht aufeinander in ihrer Entwickelung folgend entstanden sind, so verhält sich bei anderen *Haemanthus*-Arten die Sache derartig, dass von den zugleich vorhandenen 4 Blattspreiten 2 in der vorhergehenden Vegetationsperiode entstanden sind, die beiden anderen, über ihnen stehenden in der vorliegenden.

Die Pflanze bildet hier in jeder Vegetationsperiode nur 2 Blattspreiten aus, diese vergehen aber nicht am Ende dieser Periode, sondern dauern meist in die nächste hinein, so dass sie in dieser mit den beiden neu gebildeten zugleich vorhanden sind und erst bis zu der Zeit vergangen sind, wenn im nächsten Jahre wieder ein neues Paar von Blattspreiten hervortritt. Von den hierher gehörigen Arten ist wohl *Haemanthus albiflos* am meisten in Kultur, von welchem ich aus mehreren Gärten Exemplare für die Beobachtungen bezog, welche sich durch längere Jahre hin erstreckten und eine bemerkenswerte Abweichung von den Verhältnissen zeigten, welche ich von *Haemanthus crucifoliatus* besprochen habe.

Wenn bei *Haemanthus albiflos* die 2 Blattspreiten der neuen Vegetatiosperiode sich ausgebildet haben, und diejenigen der vorletzten abgestorben sind, so zeigen diejenigen der letzten Vegetationsperiode, der vorigjährigen, eine horizontale oder nicht sehr weit vom Horizontalen abweichende Lage, indem sie mit ihren Spitzen etwas nach oben aufgerichtet sind; dabei liegen sie aber genau einander gegenüber, ihre Spitzen lassen sich durch eine gerade Linie miteinander verbinden. Ebenso liegen die beiden über ihnen befindlichen Spreiten der beiden neuen Blätter mit ihren Spitzen genau einander gegenüber, decken also, von oben gesehen, das unter ihnen liegende ältere Spreitenpaar und zeigen keine Spur einer seitlichen Bewegung. Aber dennoch beschatten sie das unter ihnen liegende Spreitenpaar nicht vollständig, was dadurch hervorgebracht wird, dass sie sich nach ihrem ursprünglich in senkrechter Lage stattfindenden Hervortreten nicht ganz nach unten umsenken, sondern dass sie im Umbiegen dann Halt machen, wenn sie mit den unter ihnen liegenden Spreiten einen Winkel von etwa $^1/_4$ Rechten oder noch weniger bilden. Hierdurch wird zwar ihre Belichtung von oben her etwas verringert, da diese Belichtung auf ihre schief gestellte Oberseite fällt; aber dadurch, dass sie sich nicht ganz auf die beiden unter ihnen liegenden Spreiten senken, wird für diese der grosse Vorteil erreicht, dass auf sie seitliches, zerstreutes Licht fallen kann. Es haben also diese beiden oberen Blattspreiten zu Gunsten der unter ihnen liegenden den Vorteil vollständig senkrechter Beleuchtung ihrer Flächen aufgegeben, eine Uneigennützigkeit, welche aber vielleicht dem Gesamtleben der Pflanze mehr zu gute kommt, als wenn sie sich ganz auf die unteren Spreiten gelegt und dadurch mehr Licht erhalten hätten, aber diesen letzteren dasselbe vollständig entzogen haben würden. Übrigens ist vielleicht nach dem Standort des *Haemanthus albiflos* in seiner Heimat die scharfe Belichtung horizontaler Blattflächen nachteilig, womit dann die schiefe Lage der beiden oberen Spreiten im Zusammenhang stehen würde.

Bemerkenswert ist es, dass in dem Falle, wo die beiden unteren,

alten Blattspreiten bei *Haemanthus albiflos* vor der gewöhnlichen Zeit absterben, nun die beiden oberen, jüngeren sich senken und aus ihrer schief geneigten Lage in die für die Belichtung nützlichere horizontale übergehen, wodurch der Verlust der beiden unteren Assimilationsflächen wenigstens zum Teil ersetzt wird. Besonders interessant ist nun aber ein Fall, welchen ich soeben beobachtet habe, wo nur eine der beiden älteren horizontal gerichteten Blattspreiten, schon jetzt, im Januar, durch irgend einen Zufall vernichtet ist, worauf die über ihr stehende, früher geneigte Spreite sich in die horizontale Lage gesenkt hat, während bei dem gegenüberliegenden Blattspreitenpaar, die obere Spreite in ihrer geneigten Lage geblieben ist und sich nicht, entsprechend der gleichaltrigen, gegenüberstehenden Spreite gesenkt hat. Es entspricht diese durch Veränderung der Verhältnisse eingeleitete nützliche Bewegung in gewisser Weise dem Fall, wie ich ihn von *Haemanthus Nelsonii* beschrieb, wo sich ausnahmsweise ein drittes Blatt, über dem ersten stehend, gebildet hatte.

Ähnliche Verhältnisse wie die von *Haemanthus albiflos* als Regel besprochenen zeigt eine *Haemanthus*-Pflanze, welche ich in dem Botanischen Garten von Kopenhagen unter dem Namen *Haemanthus virescens* erhielt. Blüten und Blattform sind hier sehr ähnlich denen von *Haemanthus albiflos*, hingegen zeigen die beiden unteren Blattspreiten,, welche sich in der vorigjährigen Vegetationsperiode gebildet haben, eine mehr aufstrebende Richtung, als die beiden unteren von *Haemanthus albiflos*, und im Zusammhange hiermit sind die beiden oberen viel weniger abwärts geneigt, als die gleichen bei *Haemanthus albiflos*. Es stehen hiermit die 4 Spreiten mehr aufrecht, so dass ihre Oberseiten weniger vom direkten Oberlicht getroffen werden; dafür können aber ihre Unterseiten umsomehr seitliches Licht erhalten, auch die der beiden oberen Spreiten, da sie sich nicht dicht auf die Oberseite der unteren gesenkt haben, sondern von diesen um etwa $^1/_4$ Rechten entfernt geblieben sind. —

Besonders interessant sind nun aber die Richtungen der Blattspreiten, welche sich an den Bastarden beobachten lassen, die ich aus Samen erzog, welchen ich vor nunmehr 9 Jahren nach Bestäubung eines Blütenstandes von *Haemanthus albiflos* mit dem Pollen von *Haemanthus tigrinus* geerntet hatte. Ich unterlasse es einstweilen diese Bastarde näher zu beschreiben und will nur auf ihre für den vorliegenden Zweck bemerkenswerte Blattspreitenrichtung eingehen, welche bei allen gleichartig erzeugten Bastarden durchaus nicht die gleiche ist, ebensowenig wie die Dauer dieser Blattspreiten.

Zu weit würde es führen, die Verhältnisse jedes einzelnen Bastardes darzulegen und ich beschränke mich daher auf eine allgemeine Zusammenfassung. Während bei *Haemanthus tigrinus*, dem Vater,

nur 2 Blattspreiten in einer und derselben Vegetationszeit vorhanden sind, bei *Haemanthus albiflos* deren stets 4, davon 2 diesjährige und 2 vorigjährige, so ist letzteres bei allen 8 Bastarden auch der Fall, jedoch mit dem Unterschiede, dass bei einigen dieser Bastarde die unteren 2 Blattspreiten ziemlich früh im Winter absterben, und dass nun die beiden über ihnen liegenden, sie aber nicht ganz deckenden Spreiten, sich aus der etwas geneigten Lage in die vollständig horizontale senken. In anderen Fällen ist die Blattrichtung so, wie sie von *Haemanthus albiflos* beschrieben wurde, indem die beiden unteren Spreiten ganz oder fast ganz horizontale Lage angenommen haben, die beiden oberen sich nicht ganz auf sie herniedergesenkt und so der Oberseite derselben nicht alles Licht geraubt haben. Meistens zeigen aber die 4 Blattspreiten eine Lage, wie bei *Haemanthus virescens*, indem auch die beiden unteren, etwa um $^1/_4$ Rechten aufgerichtet stehen, so dass hier durch die Bastardierung ein Verhältnis eingetreten ist, welches von der Spreitenrichtung beider Eltern abweicht, indem diese Richtung noch mehr von der Horizontallinie abweicht, als dies bei den oberen Blattspreiten von *Haemanthus albiflos* der Fall ist.

In allen diesen besprochenen Fällen hatten also die Blattspreiten diese für die Belichtung aller ihrer Flächen günstigste Lage eingenommen, und die beiden oberen hatten sich erst dann in die horizontale Lage gesenkt, als die unteren beiden abgestorben waren.

Um so interessanter war daher der nur bei einem Bastard beobachtete Fall, dass auch die jüngsten, die beiden oberen Blattspreiten, sich in die Horizontale senkten und dadurch die beiden unteren, noch ganz grünen, vollständig deckten, also assimilationsunfähig machten. Während alle 9 Bastarde dadurch mehr zur Mutter, dem *Haemanthus albiflos* neigten, dass die beiden vorigjährigen Blattspreiten noch zugleich mit den diesjährigen vorhanden waren, womit auch ihre Neigungsverhältnisse, als denen von *Haemanthus albiflos* ähnlich, Hand in Hand gingen, so war hier der bemerkenswerte Fall eingetreten, dass zwar die Anzahl der zu gleicher Zeit vorhandenen Blattspreiten derjenigen von *Haemanthus albiflos* entsprach, dass aber die Richtung aller 4 Spreiten, auch die der beiden oberen, ganz die gleiche war, wie bei *Haemanthus tigrinus*, dem Vater, und also diese beiden oberen nicht zum Vorteil der unteren etwas von diesen entfernt blieben. Die Anlage des Vaters war so fest auf diesen Bastard übergegangen, dass er dieselbe nicht zum Wohl der Vorblätter und hiermit der ganzen Pflanze aufgeben konnte und nicht ganz in die Horizontale sich senken.

Während bei den bis dahin besprochenen *Haemanthus*-Arten immer nur 2 oder 4 Blattspreiten in einer und derselben Vegetationsperiode vorhanden sind, so gibt es eine Reihe anderer Arten, bei

denen die Zahl 4, wenigstens an kräftigen Exemplaren, immer mehr oder weniger stark überschritten wird, womit dann allerlei Verschiedenheiten in der Ausbildung und Lage dieser Spreiten Hand in Hand gehen.

Von diesen Arten sind zwei Gruppen zu unterscheiden, von denen die eine durch Bildung eines aus geschlossenen Blattscheiden zusammengesetzten Scheinstengels sich charakterisiert, an welchem die Blattspreiten ungestielt sitzen, während in der andern Gruppe die Blattspreiten an langen freien Stielen sich finden, so dass diese letzte Gruppe in direktem Gegensatz zu den schon besprochenen steht, und man, wenn diese Pflanzen nicht bleiben, kaum glauben sollte, dass es *Haemanthus*-Arten seien.

Von der ersten Gruppe ist eine ziemlich grosse Anzahl von Arten in Kultur, von denen mir hauptsächlich in mehreren Exemplaren *Haemanthus Natalensis*, *puniceus* und *Katharinae* zur Beobachtung vorlagen, ausserdem einzelne Exemplare von *Haemanthus Senegalensis*, *zinnabarinus* und *Eurysiphon*.

Von den Blättern aller dieser Arten sterben zu bestimmter Zeit alle Spreiten ab, und auch der aus den Blattscheiden gebildete Scheinstengel verwelkt. Nur der allerunterste Teil der Blätter bleibt übrig, indem aus ihm die Zwiebel zusammengesetzt ist, welche verhältnismässig nicht sehr gross ist, indem ausser ihr die Achse, an welcher die Schuppen eingefügt sind, auch dann noch bleibt, wenn auch diese Schuppen schon abgestorben sind; sie verdickt sich sogar noch stark und dient lange Jahre als Reservestoffbehälter, so dass wir hier ein eigentümliches Dauerorgan der Pflanze vor uns haben, welches unten Knolle, oben Zwiebel ist. Doch es ist hier nicht der Ort, näher auf diese eigentümliche Bildung einzugehen.

Wenn die Ruheperiode derselben vorüber ist, so erhebt sich am Gipfel ein Gebilde, welches wie ein mit Schuppenblättern bedeckter Stengel aussieht; in Wirklichkeit besteht aber dieser scheinbare Stengel aus dem unteren Teil von Blättern, welcher mit seinen Rändern derartig verwachsen ist, dass er eine vollständig geschlossene Röhre bildet. Diese Blätter sind, wie bei allen *Haemanthus*-Arten, nach der $^1/_2$ Stellung der ganz kurz bleibenden Achse eingefügt. Die ersten derselben tragen nun an dem Gipfel ihrer Scheide noch keine Spreite, sondern gehen in eine kleine, vom Scheinstengel etwas zurückgebogene Spitze aus. Diese Spitzen stehen auch, gemäss der $^1/_2$-Stellung der Blätter, genau rechts und links am Scheinstengel, meistens mehrere Centimeter voneinander entfernt. Auf diese, in verschiedener, aber nie grosser Anzahl auftretenden spreitenlosen Blätter, deren Hauptteil scheidiger Natur ist, folgen nun solche, welche am Ende der geschlossenen Scheide eine mehr oder weniger grosse lanzettliche bis eiförmige Spreite tragen. Von solchen Spreiten

entwickeln sich an den von mir lebend beobachteten Pflanzen bis zu 7 hintereinander, je nach den mir vorliegenden Arten und je nach der Kräftigkeit der Exemplare zahlreichere oder weniger zahlreiche.

Wenn nun auch bei diesen Arten die Blätter, wie bei den anderen der Gattung *Haemanthus* im Erdboden an der Zwiebelachse ganz dicht aufeinander folgen, so stehen ihre Spreiten am Scheinstengel doch mehr oder weniger voneinander entfernt, was daher kommt, dass die Scheidenteile der Blätter, ehe an sie die Spreite ansetzt, um so länger sind, je höher dieselben an der Zwiebelachse eingefügt sind.

Die erste sich ausbildende Blattspreite bleibt nun meistens noch an ihrem Ort, ich will ihn mit III am Zifferblatt der Uhr bezeichnen; die folgenden Spreiten zeigen aber eine immer stärker zunehmende Verschiebung in der Richtung gegen den Zeiger der Uhr. Das zweite Blatt, welches nach IX zeigen sollte, ist, um einen der notierten Fälle als Beispiel anzuführen, nach VIII gerichtet, das dritte Blatt nach II weniger einige Minuten (d. h. von XII aus), das vierte nach VII weniger etwa 3 Minuten, das fünfte nach XII — ist also um einen Rechten von seiner ursprünglichen Lage entfernt — das siebente nach X u. s. w. Durch diese Ortsveränderung wird nun, wie leicht ersichtlich ist, bewirkt, dass die Blattspreiten, welche der Anlage nach in zwei Zeilen stehen sollten, aber so sich einander beschatten würden, dies letztere nicht tun. Auch hier geht eine, wie schon oben besprochene, uneigennützige Bewegung der Spreiten vor sich, welche durch das Licht nicht hervorgerufen werden kann: nicht die unteren Spreiten rücken zur Seite, um aus dem Schatten der oberen zu kommen, sondern die oberen rücken von ihrer Stelle, um den unteren zum Lichtgenuss zu verhelfen.

Wenn ich auch ziemlich genaue Aufzeichnungen von den Verschiebungen der einzelnen Blattspreiten während der Entwicklung der Sprosse fast täglich machte, so scheint es mir doch nicht angebracht, die einzelnen Beobachtungen genau mitzuteilen, von deren Resultat das oben von *Haemanthus Natalensis* angeführte, wie schon gesagt, als Beispiel dienen kann. Im allgemeinen war dies zu bemerken, dass die Blattspreiten in dem Falle am meisten gegen den Zeiger der Uhr aus ihrer ursprünglichen Lage heraustraten, wenn sie mehr dicht aufeinander an der Scheinachse folgten, also beim Verharren in ihrer Lage die oberen die unteren sehr stark verdunkelt haben würden. Standen die Spreiten hingegen entfernter an der Scheinachse, so bewegten sie sich nicht so weit aus ihrer ursprünglichen Lage, was insofern ja auch nicht nötig war, als bei dieser grösseren Entfernung voneinander, der oberen Blattspreiten von den unteren, die letzteren doch einiges Licht erhalten konnten. Es schien auch die Breite der Blattspreiten bei den einzelnen

Haemanthus-Arten mit ihrer Stellung in Beziehung zu stehen, wie dies bei vielen anderen Pflanzen schon nachgewiesen wurde, über welches Verhältnis ich jedoch keine genaueren Aufzeichnungen machte.

In allen diesen Fällen, bei *Haemanthus Natalensis* und dessen näheren Verwandten, wo eine Scheinachse aus den Blattscheiden gebildet wird, war es deutlich zu erkennen, dass die für ihre Belichtung vorteilhafte Ortsveränderung der Spreiten durch die Drehung der Scheinachse, d. h. der Blattscheiden, hervorgebracht wurde, und nicht durch eine Drehung an der Basis der Spreiten.

Die letzte Gruppe der *Haemanthus*-Arten zeigt nun, wie schon angeführt wurde, eine sehr abweichende Blattbildung, indem an die untere, eine nur kleine Zwiebel bildende Scheide der Blätter sich ein mehr oder weniger langer, nicht sehr dicker, oberseits rinniger Blattstiel anschliesst, auf welchen dann allmählich oder mehr plötzlich die eiförmig-lanzettliche Spreite folgt. Von den hierher gehörigen Arten lagen mir ausser einem Exemplar von *Haemanthus Lindenii* je zwei von *Haemanthus mirabilis*, *Diadema* und *Fascinator* zur Beobachtung vor, also eigentlich nicht sehr viele Pflanzen, immerhin aber doch genug, um ein allgemeines Urteil sich über die Richtung der Blattspreiten, wie sie für diese Gruppe von *Haemanthus*-Arten charakteristisch ist, bilden zu können.

Bei allen diesen Arten finden sich zu gleicher Zeit ziemlich viele, bis zu 7, Laubblätter, und diese stehen, auch im ganz ausgebildetem Zustande, meistens genau in zwei Zeiten einander gegenüber, so wie es ihrer Anlage an der Achse entspricht. Ihre Stiele, welche an den oberen Blättern etwas länger sind als an den unteren, biegen sich nicht sehr weit von der Mitte der Pflanze zurück, so dass die an ihnen befindlichen Spreiten mehr oder weniger fast senkrecht stehen und in dieser Weise die unteren von den oberen nur wenig beschattet werden. Alle erhalten in ziemlich gleicher Weise bei dieser ihrer Lage zerstreutes Licht. Mit diesen Verhältnissen hängt es nun offenbar zusammen, dass die Blattspreiten ihre Lage nicht in der Weise verändern, wie wir es oben in den Fällen gesehen haben, wo eine solche Veränderung dazu nötig war, die tiefer stehenden Spreiten dem Licht zugänglich zu machen. Nur an einem Exemplar von *Haemanthus mirabilis* war eine schwache Drehung der Blattspreiten gegen den Zeiger der Uhr hin bemerkbar, bei einer Pflanze von *Haemanthus Diadema* war sie noch schwächer, in anderen Fällen gleich Null. Leider konnten die Exemplare in einer zweiten Entwicklungsperiode, wo ich beabsichtigte, noch genauer auf etwaige Ortsveränderungen der Blattspreiten zu achten, nicht in Bezug auf diesen Punkt beobachtet werden, da deren weitere Kultur missraten war.

Vielleicht ist es geeignet, zum Schluss noch in aller Kürze zusammenzufassen, wie verschiedenartig die Richtungen der Blattspreiten bei den einzelnen *Haemanthus*-Arton sind.

Wenn nur zwei Blattspreiten zugleich vorhanden sind, so liegen diese einander gerade gegenüber und sind ganz horizontal ausgebreitet: *Haemanthus tigrinus*.

Sind 4 Spreiten zugleich vorhanden, und sind diese das unmittelbare Ende der Zwiebelschuppen, so machen entweder sowohl die unteren beiden eine seitliche Bewegung, um aus der Beschattung durch die oberen herauszukommen, als auch die oberen eine solche, um den beiden unteren noch mehr den Lichtgenuss zu verschaffen: *Haemanthus crucifoliatus* — oder in anderen Fällen, wo 4 Spreiten zu gleicher Zeit vorhanden sind, senken sich die beiden oberen nicht, wie dies im vorhergehenden Falle geschieht, bis auf die beiden unteren hinunter, sondern bleiben in geneigter Stellung, wodurch die unteren zerstreutes Licht erhalten können, wobei sie selbst die für ihre Belichtung günstigere horizontale Lage im Interesse der unter ihnen liegenden aufgeben: *Haemanthus albiflos*.

Einen interessanten Fall zeigten einige Exemplare von *Haemanthus Nelsonii*, bei welcher Art typisch nur 2 horizontale Blattspreiten zu gleicher Zeit vorhanden sind. Es bildete sich hier nämlich eine dritte Spreite, welche zuerst der unter ihr liegenden dicht auflag und sie also ganz beschattete, worauf sie dann selbst eine schwache Bewegung mit dem Zeiger der Uhr machte, während die unter ihr liegende Spreite sich etwas gegen den Zeiger der Uhr bewegte, durch welche beiderseitigen Bewegungen die unten liegende Blattspreite dem Licht etwas zugänglich wurde; die auf der anderen Seite von den beiden, ursprünglich übereinander liegenden Blattspreiten befindliche Spreite beteiligte sich hingegen in keiner Weise an der Ortsveränderung, welche ja auch ganz überflüssig gewesen wäre.

Stehen die Blattspreiten in ziemlich horizontaler Lage zu mehreren an einem durch die Blattscheiden gebildeten Scheinstengel mehr oder weniger weit von einander entfernt, so drehen sie sich gegen den Zeiger der Uhr derartig, dass hierdurch die Beschattung der unteren vermieden wird: *Haemanthus Natalensis*

Haben endlich die zahlreich auf einander folgenden Blätter dünne Stiele, an denen die Spreiten nicht horizontal, sondern mehr oder weniger vertikal befestigt sind, sodass eine gegenseitige Beschattung schon von vornherein vermieden ist, so findet hiermit im Zusammenhang auch keine wesentliche Ortsveränderung der Spreiten statt: *Haemanthus mirabilis*.

Es ist hiernach klar, dass auf die bei den *Haemanthus*-Arten ursprünglich ganz gleiche $^1/_2$-Stellung der Blätter später eine sehr verschiedene Lagenveränderung der Spreiten dieser Blätter zu ein-

ander und zum Horizont folgt, und dass diese Lagenveränderung in offenbarem Zusammenhange damit steht, dass die Spreiten sich möglichst wenig untereinander beschatten sollen. Es ist aber durchaus nicht immer das Licht, welches dem Anschein nach in den meisten sonstigen derartigen Fällen diese für die Assimilation günstige Lage der Spreiten hervorbringt, sondern, wie dies besonders der Fall von *Haemanthus crucifoliatus* und auch der *Natalensis*-Gruppe zeigt, kommen innere biologische Anlagen zum Ausdruck, indem sie diese Lagen hervorrufen, wobei wir die besonders interessante Erscheinung sehen, dass die Blattspreiten nicht eigennützige Bewegungen machen, um selbst an das Licht zu kommen, sondern diese Bewegungen für die Belichtung der anderen Spreiten von Vorteil sind, wodurch allerdings der ganzen Pflanze indirekt Nutzen gebracht wird.

Ähnliches, wie hier bei den *Haemanthus*-Arten, wird sich nun wohl aller Wahrscheinlichkeit nach auch noch bei manchen anderen Pflanzen bei näherer Untersuchung ergeben. Der vorliegende Fall ist einer von den vielen, welche durch genau beobachtete Tatsachen erweisen, dass morphologische Anlagen in ihrer weiteren Ausbildung durch biologische Verhältnisse stark beeinflusst werden können.

9. E. Schulze: Über Tyrosin-Bildung in den keimenden Samen von Lupinus albus und über den Abbau primärer Eiweisszersetzungsprodukte in den Keimpflanzen.

Eingegangen am 22. Januar 1908.

Die nachfolgende Mitteilung ist durch R. BERTEL's Abhandlung über Tyrosin-Abbau in Keimpflanzen[1]) veranlasst worden. Auf S. 455 dieser Abhandlung sagt der Verfasser: „Tyrosin wurde bei *Lupinus albus* nicht immer gefunden; z. B. konnte E. SCHULZE nie daraus Tyrosin darstellen. Auch WASSILIEFF konnte es in den Keimpflanzen von *Lupinus albus* nicht nachweisen.“ Diese Angaben bedürfen der Richtigstellung. Allerdings habe ich in der von BERTEL citierten Abhandlung mitgeteilt, dass ich aus den Axenorganen etiolierter Keimpflanzen von *Lupinus albus* kein Tyrosin erhielt; ich

1) Diese Berichte, XX, S. 454—463.

habe diese Aminosäure aber später aus den Cotyledonen jüngerer Keimpflanzen der genannten *Lupinus*-Art isoliert (man vergl. Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. XXX, S. 277). Auch WASSILIEFF hat aus 7tägigen Keimpflanzen von *Lupinus albus* Tyrosin dargestellt, wie er auf S. 50 seiner von BERTEL citierten Abhandlung mittheilt. BERTEL's Beobachtung über die Bildung von Tyrosin aus den Reserveproteïnstoffen in den Cotyledonen von *Lupinus albus* stimmt also mit WASSILIEFF's und meinen Wahrnehmungen überein. Auch steht seine Angabe über die Vermehrung des Tyrosins in narkotisierten Keimpflanzen in Einklang mit den von BUTKEWITSCH in meinem Laboratorium ausgeführten Untersuchungen über das proteolytische Enzym der keimenden Samen und über die Vermehrung der primären Eiweisszersetzungsprodukte bei der Autodigestion der Keimpflanzen[1]).

Dass sowohl von WASSILIEFF wie von mir Tyrosin nur in sehr kleiner Menge erhalten wurde, erklärt sich vielleicht aus der von uns angewendeten Untersuchungsmethode. Wir haben die genannte Aminosäure aus einem mit ca. 92prozentigem kochendem Weingeist aus den Keimpflanzen dargestellten Extrakt isoliert; in diesen Extrakt ist aber höchstwahrscheinlich das Tyrosin wegen seiner Schwerlöslichkeit in dem genannten Lösungsmittel nur unvollständig eingegangen. Später habe ich noch Tyrosin aus dem Niederschlag isoliert, welcher durch Merkurinitrat in dem aus frischen Keimpflanzen von *Lupinus albus* gewonnenen Saft hervorgebracht wurde.

Sehr bemerkenswert ist BERTEL's Angabe, dass beim Tyrosin-Abbau in Keimpflanzen eine nach ihrem Verhalten für Homogentisinsäure zu erklärende Substanz auftritt. Dass manche primäre Eiweisszersetzungsprodukte in den Keimpflanzen dem Abbau unterliegen, ist eine Schlussfolgerung, die aus meinen Untersuchungen sich ergibt. In welcher Weise dieser Abbau erfolgt, darüber konnte ich in meinen Abhandlungen etwas Bestimmtes nicht aussagen; doch habe ich die Vermutung ausgesprochen[2]), dass jene Eiweisszersetzungsprodukte im Stoffwechsel der Keimpflanzen der Oxydation verfallen und dass dabei ihr Stickstoff in Ammoniak übergeführt wird (daran schloss sich die Hypothese, dass dieses Ammoniak sodann bei der synthetischen Bildung von Asparagin und Glutamin Verwendung findet). Jener Vermutung entspricht nun eine Bildung von Homogentisinsäure beim Abbau des Tyrosins. Denn dieser Prozess muss sich unter Sauerstoffaufnahme vollziehen und ist nach der von

1) Zeitschrift für physiolog. Chemie, XXXII, S. 1; Diese Berichte, XVIII, S. 285 und 358.

2) Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. XXIV, S. 83—85.

WOLKOW und BAUMANN[1]) aufgestellten Gleichung mit der Bildung von Ammoniak verbunden[2]).

Dass auch das Arginin im Stoffwechsel der Keimpflanzen der Oxydation unterliegt, ist nicht unwahrscheinlich. Denn nach den Versuchen F. KUTSCHER's[3]) liefert die genannte Base bei der Oxydation mittels Permanganat zuerst Guanidinbuttersäure, dann Guanidin und Bernsteinsäure; Guanidin ist aber aus den Keimpflanzen von *Vicia sativa* von mir dargestellt worden[4]); später habe ich auch gezeigt, dass in diesen Keimpflanzen das Arginin dem Verbrauche unterliegt[5]). Es wird von Interesse sein, auch andere Keimpflanzen auf das Vorhandensein von Guanidin zu untersuchen. Doch wird ein negativer Ausfall der Prüfung nicht sofort als ein Beweis gegen die Richtigkeit jener Vermutung angesehen werden können; denn es ist möglich, dass in manchen Pflänzchen bei dem Abbau des Arginins Guanidin zwar entsteht, aber so rasch weiter umgewandelt wird, dass man es bei Untersuchung der Pflänzchen nicht in einer für den Nachweis genügenden Quantität vorfindet. Leichter wird es sein, die nach KUTSCHER's Versuchen bei der Oxydation des Arginins entstehende Bernsteinsäure nachzuweisen. In der Tat haben N. CASTORO und ich diese Säure aus einigen Keimpflanzenarten darstellen können. Doch braucht hier kaum darauf aufmerksam gemacht zu werden, dass die Bernsteinsäure, ausser bei der Oxydation des Arginins, auch bei anderen Vorgängen im pflanzlichen Stoffwechsel entstanden sein kann.

Auch die von mir nachgewiesene Bildung von Sulfaten in Keimpflanzen spricht dafür, dass in den letzteren primäre Eiweisszersetzungsprodukte der Oxydation unterliegen; denn es ist sehr

1) Ebendaselbst, Bd. XV, S. 277.

2) Nicht unverwähnt soll bleiben, dass vor kurzem gegen WOLKOW's und BAUMANN's Annahmen betreffend die Entstehung von Homogentisinsäure aus dem Tyrosin ein Einwand erhoben worden ist. ERICH MEYER (Archiv für kl. Medicin 70, S. 443) hält es für wahrscheinlich, dass das Tyrosin mit jener Säure nur indirekt im Zusammenhange stehe; denn es sei nicht recht einzusehen, wie ein Übergang erfolgen könne — es müsste denn eine Atomgruppenwanderung eintreten. Auch bewirkt nach F. MITTELBACH (Archiv für kl. Medicin, 71, S. 50) die Eingabe von Tyrosin nicht ein Ansteigen der Homogentisinsäure im Harn in dem von WOLKOW und BAUMANN beobachteten Umfange (ich entnehme diese Angaben dem Jahrbuch der Chemie, XI, 1901, S. 235—236). Doch haben WOLKOW und BAUMANN in ihren Erörterungen über die Entstehung der Homogentisinsäure aus Tyrosin die beträchtlichen Verschiedenheiten, die in Bezug auf die chemische Konstitution zwischen diesen beiden Stoffen bestehen, nicht unberücksichtigt gelassen (m. vergl. S. 273—275 ihrer oben citierten Abhandlung).

3) Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. XXXII, S. 413. Die bezüglichen Versuche sind z. T. unter Mitwirkung von BENECH ausgeführt worden.

4) Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. XVII, S. 197.

5) Ebendaselbst, Bd. XXX, S. 241.

wahrscheinlich, dass für die Bildung der Sulfate der Schwefel von einem während der Keimung aus Eiweiss abgespaltenen Atomkomplex geliefert wird. Ob dieser Atomkomplex Cystin ist, soll noch von uns untersucht werden.

Das Studium des Abbaues der primären Eiweisszersetzungsprodukte im pflanzlichen Stoffwechsel ist, wie hier kaum hervorgehoben zu werden braucht, keine leichte Aufgabe, und es wird in manchen Fällen kaum gelingen, die Frage nach der Herkunft der Abbauprodukte mit Sicherheit zu beantworten. Es ist daher auch nicht zu erwarten, dass unser Wissen auf diesem Gebiete rasche Fortschritte macht.

Zürich, im Januar 1903.

---

10. C. Wehmer: Über Zersetzung freier Milchsäure durch Pilze.

Eingegangen am 27. Januar 1903.

Auf gewissen freie Milchsäure enthaltenden Flüssigkeiten (saure Milch, Gurkenbrühen, Sauerkrautbrühen) erscheinen bekanntlich fast regelmässig nach kurzer Zeit weisse Schimmel- oder Kahmhautbildungen, die bald aus *Oïdium lactis*, bald aus Hefen oder auch einem Gemenge beider zusammengesetzt sind. Über die Beziehungen dieser Organismen, welche sowohl von der Oberfläche der Vegetabilien wie direkt aus der Luft stammen, zu der Milchsäure fehlen Ermittelungen bislang fast ganz.

Anlässlich des näheren Verfolges der Sauerkrautgärung fiel mir in verschiedenen Gärversuchen ein rapider Rückgang der Säure auf und zwar immer erst von dem Zeitpunkte an, wo die Oberfläche der gärenden Krautbrühe sich mit Kahm zu bedecken pflegt. Auch in den Sauerkrautfabriken sind übrigens diese oberflächlichen Pilzbildungen nach eigener Feststellung ein ganz regelmässiger Begleiter der Krautgärung. Von dem Erscheinen der Kahmhaut an datierte also die Aciditätsabnahme, ihre Schnelligkeit wuchs merklich mit Steigerung der Temperatur, sodass bei Zimmertemperatur wenige Wochen zur völligen Entsäuerung der Brühe (0,8—1,2 pCt. Milchsäure) hinreichten. Andererseits liess sich diese durch Aufkochen des sauren Saftes (Kolben mit Watteverschluss) ohne weiteres verhindern. Die der Bakteriensäuerung erfolgreich entgegenwirkende Erscheinung bedurfte der Aufklärung, wahrscheinlich war nach allem eine kausale

Beziehung zwischen Säureverschwinden und und Hautbildung[1]), zutreffendenfalls frug sich, welcher von den Hautorganismen hier in Frage kam.

Die Deckenbildungen der Krautbrühen setzen sich so gut wie ausschliesslich aus drei Arten von Organismen zusammen: *Oïdium lactis* und zwei Kahmhefen, von denen bald dieses, bald jenes überwiegt. Nach Isolierung wurden alle drei auf ihr Verhalten gegenüber freier Milchsäure geprüft, wozu 1 Vol.-pCt. konzentrierte Milchsäure[2]) (= 1,215 Gewichtsprozent) den mit Platinöse beimpften Nährlösungen (alte verdünnte sterelisierte Krautbrühe) zugesetzt wurde. Die nebenbei zum Vergleich mit einer untergärigen Hefe angestellten Versuche ergaben schon in kurzem ein schlagendes Resultat. Alle drei Organismen entsäuerten 1,2 prozentige (1 Vol.-pCt.) Milchsäurelösungen bei ca. 15° in weniger als zwei Wochen völlig und zwar ziemlich gleich energisch; Vergrösserung der Oberfläche beschleunigte den im wesentlichen wohl als Oxydation anszusprechenden Vorgang merklich, sodass da in der gleichen Zeit unter übrigens denselben Bedingungen das Doppelte der zugesetzten Säure verschwindet.

Die gleichen Versuche habe ich mit nichtsterilisierter Kohlbrühe wiederholt, auch hier wurde Milchsäure in der Gabe von 1,215 auf 100 *ccm* Flüssigkeit mit der gleichen Schnelligkeit durch die alsbald erscheinenden hellen Kahmhäute zersetzt. Die Brühe wird dabei überall nicht blos völlig entsäuert, sondern deutlich alkalisch (Lakmus schwach bläuend), gerade wie das auch alte Sauerkrautbrühen zeigen; die Säure verschwindet spurlos.

Seine Optimaltemperatur hat der Vorgang anscheinend bei mittleren Wärmegraden, wo auch das Wachstumsoptimum der drei Pilze liegt; im Brutschrank oberhalb 33° gehen sie bald zu Grunde. Träge verläuft Wachstum wie Entsäuerung einige Grade über Null. Die Wärmeansprüche der Pilzarten sind nur geringe, auch bei 6—8° gedeihen sie noch auf den Bottichen der Sauerkrautfabriken; schon die erhebliche Flüssigkeitstiefe bei beschränkter Oberfläche lässt die nachteilige Wirkung hier zwar weniger hervortreten, da aber fraglos

1) Für Gurkenbrühen wurde von Aderhold (Untersuchungen über das Einsäuern von Früchten und Gemüsen, I. Landw. Jahrbücher 1899, S. 122) das gleiche vermutet; *Bacterium coli* wirkt nach demselben nachweislich milchsäurezerstörend, ebenso erwähnt derselbe kurz eine aus Gurkenbrühe isolierte Mycoderma, bei der Heinze Milchsäureverarbeitung konstatierte. Dass das vielgenannte und auch mehrfach studierte *Oïdium lactis* in dieser Richtung bislang nicht geprüft ist, erscheint fast auffällig, in dem Verdacht steht er jedenfalls schon lange (saure Milch). Im Most ist Säurezerstörung durch Kahmhefen von Meissner beobachtet. Landw. Jahrb. **30**, 1901, 497.

2) Ein Teil derselben dürfte auch durch die im Stoffwechsel entstehenden alkalischen Umsatzprodukte der Brühe (Ammoniakverbindungen) neutralisiert werden.

die allmähliche Entsäuerung und das ihr folgende Verderben des Sauerkrauts allein ihr Werk ist, so sollte dem Umsichgreifen doch möglichst entgegengewirkt werden. Heute beachtet der Praktiker sie überhaupt nicht, im unklaren über ihren Charakter lässt er sie zu dicken graugelblichen Decken auf den Gärbottichen anwachsen und diese monatelang damit bedeckt.

Das Säureverschwinden hängt allein von der oberflächlichen Luftvegetation (nicht von dem reichlichen aus den gleichen Organismen bestehenden Trub) ab, bei unbewegten Krautbrühen konstatiert man es zunächst direkt unter der Pilzdecke, hier wird die Brühe alsbald säurearm und neutral, während tiefere Schichten noch volle Acidität haben; beim Säureverfolg durch Titrieren (Probenahme) ist darauf wohl zu achten, denn die Säureoxydation leistet bei 12° schon in wenigen Tagen erhebliches. Das sei hier durch einige Beispiele näher belegt:

1. Oïdium lactis Fres.

Wächst auf Nährlösungen mit 1 pCt. Milchsäure ausgesät in drei Tagen zu einer zarten Haut, in sieben Tagen zu einer kräftigen weissen Decke heran[1]).

Versuch 1: 40 *ccm* sterile Nährlösung (neutralisierte verdünnte alte Krautbrühe) mit Zusatz von 0,4 *ccm* konzentrierter Milchsäure. Watteverschluss, ERLENMEYER-Kolben, Impfung mit Reinkultur, (Platinöse). Nach 7 Tagen volle Pilzdecke, nach 10 Tagen ist alle Säure verschwunden, die Nährlösung bläut jetzt rotes Lakmus deutlich. —

Versuch 2: Dieselbe Anordnung mit gleichem Verlauf; nach 10 Tagen ist keine freie Säure mehr nachweisbar.

2. Kahmhefe I. (Saccharomyces Mycoderma I).

Die Art bildet dichte gefaltete kreidigweisse Häute, ihr Verhältnis zu den anderen „Kahmhefen“ steht noch dahin[2]). Regelmässig auf den Krautbrühen auftretend, Zellform kuglig.

Versuch: 40 *ccm* Nährlösung mit Zusatz von 0,4 *ccm* konzentrierter Milchsäure, auch anderes wie vorher. — Vom 4. Tage ab beginnende Hautbildung, nach 7 Tagen weisse zarte Decke, nach 10 Tagen ist die Nährlösung säurefrei und bläuet Lakmus schwach.

---

1) Wo nicht das Gegenteil bemerkt, gilt für alle Versuche eine Temperatur von 15°, ebenso Milchsäureprozente stets Vol.-pCt.

2) Ausführlicheres und nähere Beschreibung der Hefen folgt in kürze bei anderer Gelegenheit.

3. Kahmhefe II. (Saccharomyces Mycoderma II).

Die Häute dieser ebenfalls stets auf Sauerkrautbrühen erscheinenden Art sind im allgemeinen mehr matt (junge Vagetation), bei hinreichender Dicke allerdings denen der vorigen ähnlich. Mikroskopisch von dieser sofort durch ellipsoidische Gestalt unterscheidbar.

Versuch: 40 *ccm* Nährlösung mit 0,4 *ccm* konzentrierte Milchsäure. Entwickelung ungefähr gleichschnell wie bei voriger; nach 7 Tagen volle gefaltete Decke, die Flüssigkeit rötet jetzt noch Lakmus. Nach 3 weiteren Tagen ist die saure Reaktion in schwach alkalische übergegangen[1]).

4. Untergärige Hefe. (Saccharomyces cerevisiae-Form).

Aus Krautbrühe isoliert. Versuchsanordnnng wie vorher. Nach 10 Tagen ist die Säure der Nährlösung unverändert, ein Wachstum hat kaum stattgefunden.

5. Gemenge der genannten Arten

in nicht sterilisierter verdünnter Krautbrühe (aus Gärbottich).

1. Versuch: 50 *ccm* Brühe mit Zusatz von 0,5 *ccm* konzentrierter Milchsäure bedecken sich in offenstehendem Erlenmeyer-Kolben binnen 3 Tagen mit Kahmhaut (meist *Oïdium*). Untersuchung nach 7 Tagen: Lakmusreaktion neutral. — Säureverbrauch also durchschnittlich 87 *mg* in 24 Stunden.

2. Versuch: 100 *ccm* derselben Brühe mit 1 *ccm* Milchsäure versetzt, in offenstehender Glasschale von 20 *cm* Durchmesser, bedecken sich mit zarter aus *Oïdium* und Kahmhefe No. II bestehender Haut (getrennte Bezirke). Nach 7 Tagen reagiert die Flüssigkeit schwach alkalisch. Hier ist also in weniger als derselben Zeit das Doppelte an Milchsäure verschwunden, d. h. durchschnittlich 174 *mg* pro Tag.

Stellt man nach vollendeter Entsäuerung die gleiche Säurekonzentration wieder her, so wiederholt sich der Vorgang.

Die Säurezerstörung, wie sie durch die Pilzhäute der Sauerkrautbrühen herbeigeführt wird, kommt hiernach allen drei Arten zu, die Energie ist ziemlich die gleiche. Möglich, dass auch noch andere Kahmhefen dasselbe leisten, gerade solchen geben ja säuerliche

1) Alle drei Organismen werden durch Alkalescenz der Nährlösung nicht gestört.

Flüssigkeiten einen guten Entwickelungsboden ab. In der Harmlosigkeit und direkten Brauchbarkeit der freien organischen Säure für diese Organismen haben wir überhaupt wohl den Grund für deren konkurrenzlose und schnelle Entwickelung zu suchen. Sobald die Milchsäure da ist, d. h. sich auf 0,5—1 pCt. angesammelt hat, erscheint — anfänglich spärlich aber bald zu enormen Massen anwachsend — die Kahmflora. Dass von Schimmelpilzen da nur *Oïdium lactis* stets in Frage kommt, ist nicht ohne Interesse, geradeso regelmässig wie bei der Gurkensäuerung[1]) tritt dieser Pilz also bei der Sauerkrautgärung auf, andere Schimmelformen (so auch *Penicillium*) sind seltene Ausnahmen.

Decken von *Aspergillus niger* zerstören, wie ich bei früherer Gelegenheit zeigte, verdünnte Lösungen freier Oxalsäure, solche von *Citromyces Pfefferianus* diejenigen von Zitronensäure, da beide Pilze[2]) diese Säuren auch selbst bilden, lag es nahe festzustellen, ob ähnliches auch für die Kahmorganismen gilt. Das scheint aber nicht der Fall. *Oïdium lactis,* den man wohl gelegentlich zum Sauerwerden der Milch in Beziehung setzte, änderte in bis zweiwöchentigen Kohlsaftkulturen deren Acidität nicht; er kommt da aber etwas schneller zu einer üppigen Entwickelung als in stark sauren Lösungen, deren gesamter Nährwert in unseren Versuchen (alte Krautbrühe) freilich hinter den des noch unveränderten zuckerhaltigen Saftes erheblich zurücktrat. Übrigens ist die für obige Versuche benutzte älteren Gärbottichen entnommene Brühe auch ohne besonderen Säurezusatz ein durchaus zusagender, ansehnliche Kahmdecken liefernder Nährboden. — Trotz ihres ausgesprochenen Oxydationsvermögens wachsen die beiden Kahmhefen nicht blos als Decke, unter geänderten Bedingungen (in Bierwürze z. B.) ist das vielmehr die Ausnahme, sie vermehren sich hier reichlich als Bodensatz und erzeugen — ohne eigentliche Gärungserscheinungen zu erregen — nach längerer Zeit auch etwas Gas[3]) und Alkohol.

1) ADERHOLD, l. c.

2) Das bekannteste hierher gehörige Beispiel sind übrigens die Essigbakterien.

3) Im EINHORN'schen Gärungssaccharometer lieferten sie erst nach Wochen bis 1,5 *ccm* Gas.

11. N. Morkowin: Über den Einfluss der Reizwirkungen auf die intramolekulare Atmung der Pflanzen.

Eingegangen am 23. Januar 1903.

Es ist gegenwärtig unzweifelhaft festgestellt[1]), dass unter der Einwirkung von Reizungen sich die Ausscheidung von CO_2 im Verlaufe des normalen Atmungsprozesses der Pflanzen ganz bedeutend und zwar auf 300 pCt. und mehr erhöht. ZALESSKI hat in neuester Zeit bewiesen, dass die Reizmittel in Form von Wasser, Temperaturwechsel und atmosphärischem Druck, Verletzungen und Äther, nach einem ganz bestimmten Gesetze wirken und dass ein Minimum, Optimum und Maximum des Reizes existiert. Ich habe bereits in einer meiner früheren Arbeiten gezeigt, dass mit der Erhöhung der Ausscheidung von CO_2 bei Reizungen (durch Alkohol, Äther, Alkaloide) zugleich auch eine erhöhte Absorption von O_2 stattfindet, es verändert also das Verhältnis $CO_2 : O_2$ seinen Charakter nicht.

In der vorliegenden Mitteilung wird eine Reihe von Versuchen bezüglich der Wirkung von Reizungen auf die intramolekulare Atmung der Pflanzen dargestellt.

Versuch I.

Eine Quantität etiolierter Blättchen von *Vicia Faba* L. wurde in zwei Portionen geteilt:

a) 7,45 *g*; Gewicht der Trockensubstanz nach dem Versuche: 1,95 *g*,
b) 7,29 *g*; „ „ „ „ „ „ 1,89 *g*.

Beide Portionen wurden in eine 10proz. Saccharose-Lösung gebracht und im Dunkelraume aufgestellt. Nach 48 Stunden wurde die zweite Portion in eine 10proz. Saccharose-Lösung mit einem Zusatze von 0,05 Prozent salzsaurem Chinin gebracht. Nach Verlauf von 17 Stunden wurde die Quantität von CO_2 (in Milligramm) bestimmt, welche von beiden Portionen ausgeschieden worden war[2]).

1) JOHANNSEN: Bot. Cbl. Bd. 68, p. 337. — MORKOWIN: Revue générale de Botanique; Bd. IX und XI, Ber. der Warschauer Universität, 1901. — JACOBI: Flora, Bd. 86, 1899. — KOSINSKI: Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. 37, 1901. — ZALESSKI: Über die Reizwirkung auf die Atmung der Pflanzen. (Russisch.) 1902.

2) Die sterilisierten Zuckerlösungen wurden täglich gewechselt, und Schmutzbildungen fanden nicht statt. Die Bestimmungen von CO_2 geschahen nach der Methode von PFEFFER (Unters. aus d. Botan. Inst. zu Tübingen; Bd. I. 1885).

Es wurden gefunden:

	a	b	100 g in 1 Stunde a	b
1 Stunde in der Luft. . .	7,6	14,0	102,1	192,0
2 Stunden in Wasserstoff.	11,2	18,8	75,2	128,9
2 Stunden in Wasserstoff.	8,8	18,0	59,1	123,4

Nach dem Versuche wurden die Pflanzen in dieselben Lösungen gebracht und nach 18 Stunden die Quantität des ausgeschiedenen CO_2 bestimmt.

1 Stunde in der Luft. . .	8,8	17,2	118,2	235,9
2 Stunden in Wasserstoff.	10,8	18,0	72,5	123,4
2 Stunden in Wasserstoff.	8,8	17,2	59,1	118,0

Versuch II.

Etiolierte Spitzen von *Vicia Faba* wurden in zwei Portionen geteilt:

a) 13,01 g; Gewicht der Trockensubstanz nach dem Versuche 3,41 g,
b) 12,68 g; „ „ „ „ „ „ 3,09 g.

Beide Portionen wurden in eine 10proz. Lösung von Saccharose gebracht und in den Dunkelraum gestellt; nach Verlauf von 3 Tagen wurde die zweite Portion in eine 10proz. Saccharose-Lösung gebracht, der 0,2 Prozent salzsaures Chinin zugesetzt worden war. Nach 14 Stunden erfolgte die Bestimmung der von den Pflanzen ausgeschiedenen CO_2-Quantität (in Milligramm).

Es wurden gefunden:

	a	b	100 g in 1 Stunde a	b
1 Stunde in der Luft. . .	7,2	18,0	55,8	142,0
2 Stunden in Wasserstoff.	11,6	18,0	44,6	71,0
2 Stunden in Wasserstoff.	10,0	16,4	38,4	64,7

Nach der Quantitätsbestimmung wurden die Pflanzen in dieselben Lösungen gebracht, und nach Verlauf von 16 Stunden fand abermals die Bestimmung der CO_2-Menge statt.

1 Stunde in der Luft. . .	7,4	18,0	56,9	142,0
2 Stunden in Wasserstoff.	12,0	19,2	46,1	75,7
2 Stunden in Wasserstoff.	10.4	17,0	40,1	67,0

Versuch III.

Etiolierte Blättchen von *Vicia Faba* wurden in zwei Portionen geteilt:

a) 8,39 g, Gewicht der Trockensubstanz nach dem Versuche 2,28 g,
b) 7,89 g, „ „ „ „ „ „ 2,21 g.

Beide Portionen wurden in eine 10proz. Saccharose-Lösung gebracht und in den Dunkelraum gestellt. Nach Verlauf von 3 Tagen wurde die zweite Portion in eine 10proz. Saccharose-Lösung gebracht, welcher 0,5 pCt. salzsaures Morphium zugesetzt wurde. Nach

11 Stunden erfolgte die Bestimmung der von den Pflanzen ausgeschiedenen Quantität von CO_2 (in Milligramm).

Es wurden gefunden:

			100 g in 1 Stunde	
	a	b	a	b
1 Stunde in der Luft. . .	15,6	23,2	93,1	145,8
2 Stunden in Wasserstoff.	10,4	19,6	61,0	124,2
2 Stunden in Wasserstoff.	10,0	18,8	59,6	119,1

Nach dem Versuche wurden die Pflanzen in dieselben Lösungen gebracht und nach 15 Stunden die Quantität von CO_2 bestimmt:

2 Stunden in der Luft . .	16,4	30,0	97,7	190,1
2 Stunden in Wasserstoff.	12,4	24,0	73,9	152,1
2 Stunden in Wasserstoff.	12,0	20,4	71,5	129,8

Nach dem Versuche wurden die Pflanzen nochmals in dieselben Lösungen gebracht, und nach 16 Stunden fand die Quantitätsbestimmung des ausgeschiedenen CO_2 statt:

2 Stunden in der Luft . .	18,4	28,8	109,6	182,5
2 Stunden in Wasserstoff.	12,0	22,0	71,5	139,4
2 Stunden in Wasserstoff.	10,8	19,6	64,3	124,2

Diese Versuche zeigen vor allem, dass unter der Einwirkung von Chinin (0,05 pCt. und 0,2 pCt.) und Morphium (0,5 pCt.) eine Erhöhung der Energie, sowohl der normalen als auch der intramolekularen Atmung stattfindet. Eben dieses Verhältnis zwischen A : N, d. h. derjenigen Quantität von CO_2, welche von den Pflanzen unter der Einwirkung von Chinin und Morphium ausgeschieden wird, zu derjenigen Quantität von CO_2, welche von normalen Pflanzen ausgeschieden sind, drückt sich in folgenden Zahlen aus:

	Versuch		
	I	II	III
Luft	1,88	2,57	1,57
Wasserstoff. . . .	1,71	1,59	2,00
Wasserstoff. . . .	2,09	1,68	2,00
Luft	2,00	2,50	1,95
Wasserstoff. . . .	1,70	1,64	2,06
Wasserstoff. . . .	2,00	1,68	1,81
Luft	—	—	1,66
Wasserstoff. . . .	—	—	1,95
Wasserstoff. . . .	—	—	1,93

Die von den Pflanzen unter der Einwirkung von Giften ausgeschiedene Quantität von CO_2 erhöht sich sehr beträchtlich, um 100 pCt. und mehr, sodass die Pflanzen unter diesen Umständen eine Energie der intramolekularen Atmung entwickeln, die der Höhe der normalen Atmung gleichkommt oder letztere noch übertrifft. Dabei verändert aber der Coëffizient $\frac{J}{N}$ seinen Charakter nicht, was aus folgenden Ziffern ersichtlich ist (für a und b):

Versuch I a	Versuch I b	Versuch II a	Versuch II b	Versuch III a	Versuch III b
0,75	0,67	0,81	0,81	0,66	0,66
0,58	0,64	0,69	0,69	0,64	0,64
0,60	0,52	0,81	0,81	0,76	0,76
0,50	0,60	0,70	0,69	0,73	0,73
				0,65	0,65
				0,59	0,59

Es bleibt also der Charakter des intramolekularen und des normalen Atmungsprozesses unverändert, aber deren Intensität verstärkt sich.

Diese oben angeführten Versuche geben aber noch die Möglichkeit, den Verlauf der Reizwirkung und die damit verbundenen Veränderungen im Prozesse der intramolekularen Atmung beurteilen zu können. Ferner ist der Prozess der intramolekularen Atmung für die Blättchen und Spitzen von *Vicia Faba* als ein unnormaler Prozess zu betrachten; endlich ist dieses Objekt arm an Kohlenhydraten, welche für die intramolekulare Atmung unentbehrlich sind, weswegen die Pflanzen mit Saccharose ernährt werden müssen, was aber den Verlauf aller physiologischen Prozesse beeinflussen muss. Ich benutzte daher zur Aufklärung der gestellten Frage die Wurzeln von *Beta vulgaris* L., und zwar solche von möglichst geringer Grösse, um eine Schädigung derselben durch Schneiden zu vermeiden und sie bequem in der U-förmigen Röhre plazieren zu können. Die Wurzeln von *Beta* stellen in ihrer Ruheperiode typische Beispiele für die intramolekulare Atmung dar und bedürfen, dank ihres höchst beträchtlichen Zuckergehaltes, keiner Ernährung durch Kohlenhydrate. Die Wurzeln wurden vorher ausgewählt, gewogen (zu jedem Versuche wurden 230 *g* verwendet), mit Wasser abgewaschen und hielten mit einer geringen Quantität Wasser 3—4 Tage aus.

Als Reizmittel wurde bei den folgenden Versuchen Äther angewendet, welcher nach den Beobachtungen OVERTON's sehr schnell vom Protoplasma aufgenommen wird; ferner verläuft die Narkose und die Reizwirkung ebenfalls schnell, wahrscheinlich infolge der Diszierung des Äthers aus der Pflanze in die Luft und schliesslich bietet die Dosierung des Äthers geringere Schwierigkeiten dar, als diejenige des Alkohols, der Alkaloide und anderer Gifte. Bei der Narkose wurden die Pflanzen stets unter eine Glasglocke (Fassungsraum ca. 5 Liter) mit gut abgeschliffener Spiegelscheibe, welche mit Vaselin eingefettet war, gebracht; unter die Glocke wurde eine flache Schale mit Äther gestellt.

Versuch IV.

10 Stück *Beta vulgaris* (rote Rüben) 230 *g*, 4 Tage auf Wasser.

22. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 13,6 *mg* CO_2. t. = 17° C. $\frac{j}{N} = 1{,}10$
1 „ „ der Luft . . . 12,4 „ „

Nach dem Versuche unter die Glocke gebracht, mit 5 *ccm* Äther. auf 15 Stunden.

23. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 20,8 *mg* CO_2. t. = 18° C.
1 „ „ der Luft . . . 20,8 „ „ $\frac{j}{N} = 1,00$

Nach dem Versuche an der Luft belassen, auf 23 Stunden.

24. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 15,6 *mg* CO_2. t. = 15° C.
1 „ „ der Luft . . . 11,6 „ „ $\frac{j}{N} = 1,35$

Versuch. V.

9 Stück *Beta vulgaris*, 230 *g*, 4 Tage auf Wasser.

20. XII. 1 Stunde in der Luft . . . 14,0 *mg* CO_2. t. = 17° C.
1 „ „ Wasserstoff . . 12,8 „ „ $\frac{j}{N} = 0,92$

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther, auf 15 Stunden.

21. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 25,6 *mg* CO_2. t. = 19° C.
1 „ „ der Luft . . . 22,8 „ „ $\frac{j}{N} = 1,12$

An der Luft belassen auf 23 Stunden.

22. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 33,6 *mg* CO_2. t. = 17° C.
1 „ „ der Luft . . . 28,0 „ „ $\frac{j}{N} = 1,20$

An der Luft belassen auf 16 Stunden.

23. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 24,0 *mg* CO_2. t. = 17° C.
1 „ „ der Luft . . . 23,2 „ „ $\frac{j}{N} = 1,03$

An der Luft belassen auf 21 Stunden.

24. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 17,6 *mg* CO_2. t. = 15° C.
1 „ „ der Luft . . . 16,8 „ „ $\frac{j}{N} = 1,05$

Versuch VI.

8 Stück *Beta vulgaris*, 230 *g*, 4 Tage auf Wasser.

20. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 13,2 *mg* CO_2. t. = 17° C.
1 „ „ der Luft . . . 11,6 „ „ $\frac{j}{N} = 1,14$

Unter die Glocke gebracht mit 25 *ccm* Äther auf 12 Stunden.

21. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 12,8 *mg* CO_2. t. = 19° C.
1 „ „ der Luft . . . 12,0 „ „ $\frac{j}{N} = 1,07$

An der Luft belassen auf 22 Stunden.

22. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 12,8 *mg* CO_2. t. = 17° C.
1 „ „ der Luft . . . 10,2 „ „ $\frac{j}{N} = 1,25$

An der Luft belassen auf 23 Stunden.

23. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 20,8 *mg* CO_2. t. = 17° C.
1 „ „ der Luft . . . 17,0 „ „ $\frac{j}{N} = 1,24$

An der Luft belassen auf 18 Stunden.

24. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 12,0 *mg* CO_2. t. = 15° C.
1 „ „ der Luft . . . 10,0 „ „ $\frac{j}{N} = 1,20$

Versuch VII.

9 Stück *Beta vulgaris*, 230 *g*, 2 Tage auf Wasser.

15. XII. 1 Stunde in der Luft . . . 13,2 *mg* CO_2. t. = 17° C.
1 „ „ Wasserstoff . . 14,2 „ „ $\frac{j}{N} = 1,07$

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther auf 17 Stunden.

16. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 24,0 *mg* CO_2. t. = 18° C.
1 „ „ der Luft . . . 23,2 „ „ $\frac{j}{N} = 1,04$

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther auf 25 Stunden.

17. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 22,4 *mg* CO_2. t. = 18° C.
1 „ „ der Luft . . . 20,0 „ „ $\frac{j}{N} = 1,12$

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther auf 15 Stunden.

18. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 15,6 *mg* CO_2. t. = 18° C.
1 „ „ der Luft . . . 16,8 „ „ $\frac{j}{N} = 0,92$

Versuch VIII.

9 Stück *Beta vulgaris*, 230 *g*, 2 Tage auf Wasser.

12. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 12,8 *mg* CO_2. t. = 16° C.
1 „ „ der Luft . . . 12,2 „ „ $\frac{j}{N} = 1,06$

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther auf 22 Stunden, und darauf

13. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 20,4 *mg* CO_2. t. = 17° C.

An der Luft belassen auf 17 Stunden.

14. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 18,4 *mg* CO_2. t. = 17° C.

An der Luft belassen auf 22 Stunden.

15. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 16,2 *mg* CO_2. t. = 16° C.

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther auf 22 Stunden.

16. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 18,6 *mg* CO_2. t. = 17° C.

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther auf 18 Stunden.

17. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 34,4 *mg* CO_2. t. = 17° C.
1 „ „ der Luft . . . 26,0 „ „ $\frac{j}{N} = 1,33$

An der Luft belassen auf 21 Stunden.

18. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 15,6 *mg* CO_2. t. = 18° C.
1 „ „ der Luft . . . 14,8 „ „ $\frac{j}{N} = 1,05$

Versuch IX.

10 Stück *Beta vulgaris*; 230 *g*; 3 Tage auf Wasser.

9. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 14,2 *mg* CO_2. t. = 19° C.
1 „ „ der Luft . . . 13,0 „ „ $\frac{j}{N} = 1,09$

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther auf 1 Stunde.

1 Stunde in Wasserstoff . . 18.0 *mg* CO_2. t. = 19° C.

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther auf 20 Stunden.

10. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 44,0 *mg* CO_2. t. = 20° C.

An der Luft belassen auf 15 Stunden.

11. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 32,6 *mg* CO_2. t. = 17° C.

An der Luft belassen auf 26 Stunden.

12. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 31,3 *mg* CO_2. t. = 17° C.

An der Luft belassen auf 25 Stunden.

13\. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 29,2 *mg* CO_2. t. = 17° C.

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther auf 16 Stunden.

14\. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 54,4 *mg* CO_2. t. = 17° C. $\frac{j}{N} = 1,29$
1 „ „ der Luft . . . 42,4 „ „

An der Luft belassen auf 20 Stunden.

15\. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 24,8 *mg* CO_2. t. = 14° C.

An der Luft belassen auf 15 Stunden.

16\. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 23,7 *mg* CO_2. t. = 17° C.

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther auf 12 Stunden.

17\. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 27,6 *mg* CO_2. t. = 17° C. $\frac{j}{N} = 1,10$
1 „ „ der Luft . . . 25,2 „ „

Unter die Glocke gebracht mit 10 *ccm* Äther auf 19 Stunden.

18\. XII. 1 Stunde in Wasserstoff . . 25,6 *mg* CO_2. t. = 18° C. $\frac{j}{N} = 1,01$
1 „ „ der Luft . . . 25,0 „ „

Wie aus diesen Ergebnissen hervorgeht, unterliegt das Verhältnis von j:N im allgemeinen unter dem Einflusse des Äthers nur sehr geringen Schwankungen und liegt dessen Grösse für *Beta vulgaris* der Einheit sehr nahe. Das Verhältnis von A:N gewinnt aber in den verschiedenen Fällen eine verschiedene Bewertung. So formuliert sich z. B. in Versuch IV. $\frac{A}{N}$ unter dem Einflusse des Äthers (5 *ccm*) folgendermassen:

für intramolekulare Atmung . . . . 1,53 und 1,15
„ normale Atmung . . . . 1,68 „ 0,94,

d. h. nach der Einwirkung einer schwachen Dosis Äther erhöht sich die Quantität des ausgeschiedenen CO_2 um mehr als 50 pCt., um nach Verlauf eines Tages auf das Normalquantum zurückzugehen. Beträchtlichere Dosen von Äther (10 *ccm*) rufen auch eine stärkere und nachhaltigere Reizwirkung hervor, wie solches aus der Bewertung von $\frac{A}{N}$ im Versuche V ersichtlich ist:

für intramolekulare Atmung . .	2,00	2,62	1,87	1,37;
„ normale Atmung	1,63	2,00	1,66	1,20;

d. h. die Quantität des von den Pflanzen ausgeschiedenen CO_2 erhöht sich sehr bedeutend, um 162 pCt., und sehr schnell, worauf sie nachher zu fallen beginnt und nach 4—5 Tagen beinahe sein Normalquantum erreicht. Bei noch stärkeren Reizungen durch Äther (25 *ccm*) steigert sich die Energie der Ausscheidung von CO_2 nur verhältnismässig unbedeutend (um 58 pCt.) und kehrt nachher auf das Normalquantum zurück (Versuch V), nämlich:

für intramolekulare Atmung . .	0,97	0,97	1,58	0,91
„ normale Atmung	1,03	0,88	1,47	0,86.

Demgemäss ruft also die eine oder andere Quantität einer Reizungssubstanz (Äther) eine ihr entsprechende Anregung der intramolecularen Atmungsfunktionen hervor; es existiert ein Minimum, ein Optimum und ein Maximum der Erregung, entsprechend den betreffenden Reizungen. Der Gang selbst der intramolekularen Atmung bildet, graphisch ausgedrückt, eine gebogene Linie und kehrt allmählich wieder auf den Punkt seiner anfänglichen Grösse zurück, ihr Charakter aber wird durch die Stärke der Reizwirkung bestimmt. So erhält dieser auf- und absteigende Verlauf der intramolekularen Atmung in den Versuchen IV—VI folgende Bewertung:

Tage:	1	2	3	4	5
Versuch IV.	1	53	15	—	—
„ V.	1	100	162	87	87
„ VI.	1	−8	−8	57	−9

Auf einen solchen Charakter einer zu- und abnehmenden Ausscheidung von CO_2 weist auch ZALESSKI[1]) bei der normalen Atmung der Zwiebeln von *Gladiolus* hin, indem er annimmt, dass „die gefundene Krümmung in dem durch die Einwirkung des Äthers auf die Zwiebeln hervorgerufenen Stadium der Erregung eine normale Erscheinung darstellt, deren Intensität nach Erreichung einer gewissen Grenze sich wieder abzuschwächen beginnt."

Bei wiederholter Reizung durch mittlere Dosen von Äther beobachteten wir dieselben Erscheinungen, nur mit dem Unterschiede, dass die Pflanzen schnell wieder auf das normale Quantum des ausgeschiedenen CO_2 zurückkehren; dank der Summierung des noch nicht aus den Pflanzen ausgetretenen Reizmittels erhalten wir eine Kombinierung des Optimum und des Maximum der Reizwirkung. Auf diese Weise ergibt sich im Versuche VII. für das Verhältnis $\frac{A}{N}$ folgende Bewertung (täglich je 10 *ccm* Äther):

für intramolekulare Atmung	1,69	1,56	1,10
„ normale Atmung	1,76	1,52	1,27.

Dasselbe zeigen die Ergebnisse des Versuches VIII.

für intramolekulare Atmung. .	1,53	1,44	1,20	1,45	2,69	1,21.

Es zeigen sich aber auch gewisse Unterschiede. Die den Wirkungen des Äthers unterworfenen Pflanzen erfordern zu ihrer Erregung nach einiger Zeit schon grössere Quantitäten des Reizmittels und die Reizwirkung ist eine schneller vorübergehende; man erhält stärkere Krümmungsschwankungen:

Tage:	1	2	3	4	5	6	7
Versuch VIII.	1	59	44	20	45	169	21
je 10 *ccm* Äther	—	22 Stunden	—	—	21 Stunden	17 Stunden	—

1) l. c.

Eine schärfere Form derselben Erscheinung beobachtet man auch im Versuche IX, wobei $\frac{A}{N}$ folgende Bewertung erhält:

für intramolekulare Atmung . . 1,27 3,10 2,30 2,20 2,06 3,88 1.84 1,80

Die Krümmungslinie durchläuft in diesem Versuche unter dem Einfluss wiederholter Reizungen die folgenden Stufen:

Tage:	1	2	3	4	5
Krümmungsbewertung .	127	210	130	120	106
10 *ccm* Äther	1 Stunde	20 Stunden	—	—	—

Tage:	6	7	8	9
Krümmungsbewertung .	283	75	94	80
10 *ccm* Äther	16 Stunden	—	24 Stunden	19 Stunden.

Es ist daher durchaus nicht gleichgültig, wie die Reizung der Pflanzen zur Erreichung einer erhöhten Erregung der intramolekularen Atmung ausgeführt wird. Die grösste Erregung erhält man bei den später erfolgenden optimalen Reizwirkungen, denen eine schwache Reizung vorangeht; neu wiederholte Reizungen rufen nach einem gewissen Zeitraume gleichfalls Erregungserscheinungen hervor, welche aber schneller vorübergehen, worauf Stillstand derselben eintritt.

Es ist daher folgendes zu resumieren:

1. Die Reizmittel (Chinin, Morphium, Äther) wirken verändernd auf die Intensität der Ausscheidung von CO_2 bei der intramolekularen Atmung der Pflanze ein.
2. Es ist ein Minimum, Optimum und Maximum der Reizwirkungen vorhanden, welche begleitet werden von entsprechenden Veränderungen in der Intensität der intramolekularen Atmung der Pflanzen.
3. Die Veränderungen in der intramolekularen Atmung durch den Einfluss von Reizungen werden durch eine Krümmungslinie ausgedrückt, deren Charakter von der Stärke der Reizwirkungen und der Art und Weise der Erregung abhängig ist.
4. Unter dem Einflusse der Reizwirkungen können die Pflanzen eine Energie der intramolekularen Atmung entwickeln, welche dem normalen Energiequantum gleich ist oder dasselbe übertrifft.
5. Das Verhältnis $\frac{J}{N}$ verändert unter dem Einflusse von Reizungen im allgemeinen seinen Charakter nicht.

Warschau, Botanisches Kabinet des Polytechnischen Institutes.

Sitzung vom 27. Februar 1903.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Paul, Dr. **Hermann,** Assistent an der königl. bayerischen Moorkulturanstalt zu **Bernau** bei München (durch W. RUHLAND und B. LEISERING),

Thaxter, Dr. **Roland,** Professor der Botanik am Harvard College in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.), Scottstr. 7 (durch OTTO MÜLLER und P. MAGNUS).

Der Vorsitzende gibt der Gesellschaft bekannt, dass das ordentliche Mitglied

Herr Dr. **N. Berlese,**

Professor an der Reale Scuola di Agricoltura in Mailand verstorben ist. Zum ehrenden Gedächtnis desselben erhoben sich die in der Sitzung Anwesenden von ihren Plätzen.

Herr Prof. Dr. LINDNER demonstrierte am Schluss der Sitzung eine farbenprächtige Kultur des *Monascus purpureus*, die in einem Glascylinder in dünner Gelatineschicht (gehopfte Würzegelatine) gewachsen war. Dieser von WENT beschriebene Pilz bildet den wirksamen Bestandteil des Ang-Khall der Chinesen, das sind rote Reiskuchen, die von den Farbstoff produzierenden Mycelien des Pilzes durchsetzt sind. Seit alters her dient der aus diesem roten Reis leicht extrahierbare Farbstoff zu den verschiedensten Zwecken, zum Färben der Fruchtgelees u. s. w. Die Chinesen verstehen sich gut auf die Kultur des Pilzes auf gedämpftem Reis, den sie in feuchten Kellern lagern lassen.

Der Vortragende hatte den Pilz isoliert aus rot gefärbter Reisstärke einer deutschen Stärkefabrik, wo er in der Trockenkammer die in der Nähe der Tür stehenden, dem kalten Luftzug öfters ausgesetzten Stücke befallen und oberflächlich rot gefärbt hatte, wodurch die Stärke, die rein weiss sein sollte, entwertet worden war.

Mitteilungen.

12. G. Tischler: Über eine merkwürdige Wachstumserscheinung in den Samenanlagen von Cytisus Adami Poir.

Mit Tafel V.

Eingegangen am 29. Januar 1908.

In einer in PRINGSHEIM's Jahrbüchern 1900 erschienenen Arbeit hat JUEL[1]) die Frage histologisch zu behandeln versucht, wie es kommt, dass bei hybriden Pflanzen gewöhnlich gar keine oder nur schlechte Samenbildung erfolgt. Ausgehend von der den Floristen seit langem bekannten Tatsache, wonach der Pollen von Bastardpflanzen für die Befruchtung meist ungenügend entwickelt ist, gelang es ihm wahrscheinlich zu machen, dass Unregelmässigkeiten in der Kernteilung bei der Tetradenbildung, durch die eine oft sehr ungleiche Verteilung des Chromatins in den einzelnen Kernen bedingt wird, dies veranlassen. Es dürfte vielleicht von gewissem Interesse sein, einen Fall näher zu beschreiben, bei dem der Pollen zwar im grossen und ganzen sehr regelmässig ausgebildet wird, bei dem aber eine eigenartige Abnormität in den Samenanlagen auftritt. Ich fand gelegentlich eine anscheinend in den Kreisen der Histologen unbeachtet gebliebene Notiz von CASPARY[2]) vom Jahre 1858 über *Cytisus Adami* Poir., die folgendermassen lautete: „Diese Pflanze hat einen gut entwickelten Pollen, dessen Körner von gleicher Grösse, dreikantig abgeplattet und mit dünneren Stellen versehen sind. Die Fovilla war gut ausgebildet und, auf Zuckerwasser gelegt, wurden Schläuche leicht entwickelt. Die Samenknospe dagegen zeigte sich monströs entwickelt, indem der Kern meist keinen Embryosack enthielt und sehr oft lang zur Mikropyle hinausgewachsen war."

Eine genauere Beschreibung dieser merkwürdigen Erscheinung habe ich in der vorhandenen Literatur nicht entdecken können.

---

1) JUEL, Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. PRINGSHEIM's Jahrbücher, Bd. 35, 1900. II. Die Tetradenteilung bei einer hybriden Pflanze.

2) CASPARY, Vortrag Bonn in Verhandl. naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalen 1858, gedruckt in Flora 1859, S. 122.

Cytisus Adami ist ja allerdings nicht ohne weiteres mit anderen Bastarden gleichzustellen, weil wir nach der allgemeinen Ansicht einen Pfropfbastard hier vor uns haben. Aber definitiv entschieden ist die Sache durchaus nicht. Wohl sind noch neuerdings FOCKE[1]) und ebenso DANIEL[2]) mit Entschiedenheit dafür eingetreten, indem beide sich stützten auf den Bericht des Gärtners ADAM vom Jahre 1826, doch pflichteten auch schon zu allen Zeiten Forscher der Ansicht bei, dass wir hier einen gewöhnlichen, auf sexuellem Wege erzeugten Bastard vor uns haben, so von älteren Botanikern z. B. POITEAU und MORREN[3]), von neueren z. B. VÖCHTING[4]); und auch CORRENS[5]) bemerkt in seinem Sammelreferat über die neueste Bastardforschung, dass die Zweifel durchaus noch nicht entkräftet sind, die VÖCHTING betreffs der Pfropfbastarde überhaupt gehegt hat.

Sei nun aber unsere vorliegende Pflanze ein Pfropfbastard oder nicht, wir haben jedenfalls eine Mischpflanze vor uns, deren Blüten sich nicht wesentlich verschieden verhalten von den Blüten der durch Befruchtung erzielten gewöhnlichen Hybriden; denn auch hier hält Farbe und Form der Blüten ungefähr die Mitte ein zwischen der der beiden Eltern (*Cytisus Laburnum* L. und *Cytisus purpureus* Scop.). Daneben kommen allerdings gewisse „flores mixti“ vor, wie sie schon von A. BRAUN[6]) beschrieben wurden, in denen die Petalen und Sepalen „teilweise dem *Cytisus Adami*, teilweise dem *Cytisus Laburnum* angehören, ja bei welchen selbst einzelne Kelchabschnitte und einzelne Blumenblätter mitunter halbiert sind, indem die ersteren halb rötlichbraun und glatt (*C. Adami*), halb graugrün und seidenhaarig (*C. Laburnum*), die letzteren halb rot (*C. Adami*), halb gelb (*C. Laburnum*) erscheinen.“

Während eine Untersuchung der vegetativen Teile von *Cytisus Adami* des öfteren bis auf die neueste Zeit vorgenommen wurde,

---

1) FOCKE, Die Pflanzenmischlinge. Ein Beitrag zur Biologie der Gewächse. Berlin 1881, S. 519—522.

2) DANIEL, La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis. Annal. des sciences natur. VIII sér. Botanique. Tome VIII. Paris 1898.

3) MORREN bekämpft die Pfropfbastardnatur von *Cytisus Adami* „avec conviction, parce que cette opinion est paradoxale, qu'elle vient à l'encontre des principes de physiologie végétale et ne s'appuie sur aucune observation formelle“ (citiert bei DANIEL l. c. S. 152).

4) VÖCHTING, Transplantation am Pflanzenkörper, Tübingen 1892, und Über die durch Pfropfen herbeigeführte Symbiose des *Helianthus tuberosus* und *Helianthus annuus*, Sitz. der Akad. der Wissensch. Berlin 1894 (citiert nach CORRENS).

5) CORRENS, Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen für die Vererbungslehre. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XIX, 1901, S. (91).

6) A. BRAUN, I. Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851.

[BEYERINCK[1]), LAUBERT[2])], war dies, wie schon hervorgehoben wurde, nicht der Fall bei den Sexualorganen.

Ich konnte zunächst die CASPARY'sche Angabe betreffs der Ausbildung des Pollens bestätigen. Die Kernteilungen der Pollenmutterzellen verliefen im grossen und ganzen regelmässig, gelegentliche Unregelmässigkeiten, die eine nicht gleichmässige Chromatinverteilung auf die gebildeten Tochterkerne zur Folge hatten, kommen bekanntlich auch sonst zuweilen vor; sie konnten die CASPARY'sche Angabe in keiner Weise als unrichtig erscheinen lassen.

Die erste Anlage der Samenknospen erfolgt gleichfalls ganz normal; diese sind an der inneren Naht des Fruchtknotens angeheftet und alternieren wie bei den meisten Leguminosen[3]) in 2 Zeilen übereinander. Ihre Form ist leicht campylotrop bis anatrop, ihre Stellung aufsteigend. Der Nucellus ist von gewöhnlicher Grösse, fast völlig eingehüllt von den beiden Integumenten, von denen das innere das äussere ein wenig überragt (Fig. 1). Eine besonders hervortretende Embryosackmutterzelle fand ich noch nicht auf diesem Stadium.

Bald beginnt nun ein lebhaftes Wachstum an der Basis des Nucellus, wodurch derselbe sehr verlängert wird; eine Reihenanordnung der neugebildeten Zellen lässt sich oft noch sehr lange und durchgängig verfolgen, später geht sie dann allerdings, namentlich nach der Spitze zu, fast völlig verloren. Bei dieser raschen Teilung der Zellen finden wir zwar durchaus in der Regel Mitosen, aber doch auch nicht allzu selten amitotische Teilungen, sowie Vorbereitungsstadien zu denselben (Fig. 2 und 3). W. VON WASIELEWSKI hat in seiner jüngst erschienenen Arbeit[4]) hier zwischen Diaspasen und Diatmesen unterschieden[5]), je nachdem das Chromatin und die Nu-

---

1) BEYERINCK, Über die Entstehung von Knospen und Knospenvarianten bei *Cytisus Adami*. Botan. Zeitung, Bd. 59, 1901, Sp. 113—118.

2) LAUBERT, Anatomische und morphologische Studien am Bastard *Laburnum Adami* Poir. Beihefte zum botanischen Centralblatt, Bd. 10, S. 144—165.

3) TAUBERT, bei ENGLER-PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien III, 3, S. 88.

4) W. v. WASIELEWSKI, Theoretische und experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Amitose, I. Abschnitt. PRINGSHEIM's Jahrbücher, Bd. 38, 1902.

5) v. WASIELEWSKI hat mir gegenüber bemerkt, dass die von mir versuchte Unterscheidung der nicht mitotisch verlaufenden Teilungen in Amitosen schlechtweg und Fragmentationen, als auf einem physiologischen Principe beruhend, sich nicht würde halten lassen. Wenngleich ich ohne weiteres zugestehe, dass dieser Einwurf berechtigt erscheint, so möchte ich doch zur Berücksichtigung anheimgeben, dass sich zuweilen auch aus praktischen Gründen Bezeichnungen, die von physiologischen Gesichtspunkten hergeleitet sind, viel mehr eingebürgert haben, als die entsprechenden rein morphologischen. (Man denke nur an das STRASBURGER'sche Kino- und Trophoplasma einerseits, Filar- und Alveolarplasma andererseits.) Aber der physiologische Wert lässt sich bei meinen „Fragmentationen" direkt ansehen, denn es sind dies die Teilungen, bei denen schon in den Tochterkernen das Chromatinnetz nicht mehr regelmässig, sondern „chromatolytisch" ausgebildet wird, mit

cleolar-Substanz sich vor der Teilung an die beiden Kernenden begibt oder eine einfache Durchschnürung der Kerne in der Mitte erfolgt. Ich möchte in diesem Falle Diaspasen sehen, wie auch Fig. 2 besonders wahrscheinlich macht, wo in einer Zelle die beiden Nucleolen noch durch einen feinen Verbindungsfaden zusammenhängen, also eine Art „Hantelform“ angenommen haben.

Die Kerne scheinen nach der Teilung durchaus nicht zu degenerieren, sondern sind wohl ausnahmslos lebenskräftig. Allerdings sah ich hier öfters mehrkernige Zellen, und es ist nicht unmöglich, wenn auch durchaus nicht erwiesen, dass eine Scheidewand hier nicht ausgebildet wird, weil die Kerne sich amitotisch geteilt haben.

Weiterhin fiel auf, dass hier auch relativ viele „ruhende“ Kerne 2 bis 3 Nucleolen zeigten, während sonst die Einzahl bei weitem vorherrschend ist. VON WASIELEWSKI hat auf die eventl. Bedeutung dieser Erscheinung hingewiesen.

Sehr häufig bemerkte ich schliesslich hier jene bekannte eigenartige Anordnung des Chromatins in den Kernen, wie sie in solchen, die entweder durch äussere Einflüsse gereizt waren (Mycorrhizen, Gallen), oder die, in rascher Teilung begriffen, entsprechende „innere“ Reize wahrscheinlich machten (Pollenmutterzellen, Embryosackwandbelag etc.), schon so oft in der letzten Zeit von ROSENBERG, W. MAGNUS, ISHIKAWA, mir und anderen Autoren beschrieben worden ist, nachdem ROSENBERG bei den gereizten Drüsenkernen von *Drosera* auf sie aufmerksam gemacht hatte.

Die Zellen an der Basis des Nucellus bleiben stets sehr plasmaerfüllt und haben einen relativ grossen, wegen der Form der Zelle länglich gestreckten Kern. Der Nucellus wird durch das lebhafte Wachstum bald aus der Mikropyle herausgedrängt (Fig. 5), und bis zu welchen Dimensionen dies gehen kann, lehrt uns ein Blick auf Fig. 8. Die Reihenanordnung ist anfangs noch deutlich erhalten, wie Fig. 4 uns zeigt, die ein Stück aus der Mitte des oberen Endes darstellt und ein Stadium kurze Zeit nach dem Heraustreten des Embryosackes aus der Mikropyle wiedergibt. In der mittelsten Zellreihe des Nucellus fand ich die vierte Zelle von oben etwas grösser

anderen Worten, wo wir schon beginnende Degenerationserscheinungen vor uns haben. Die beiden v. WASIELEWSKI'schen Typen der Diaspase und Diatmese sind dagegen nur 2 Gruppen von dem, was ich unter „Amitosen (schlechtweg)“ zusammenfasste; erstere nähert sich noch mehr den Übergangsbildungen zu den „Mitosen (Hemimitosen) als letztere. Es ist jedenfalls entgegen der früher herrschenden Ansicht eine vollständige lückenlose Reihe von den „normalen“ Mitosen zu den „Fragmentationen“ vorhanden. Beginnt man jetzt allmählich allgemeiner damit, das „Mitosendogma“, um mit v. WASIELEWSKI zu reden, fallen zu lassen, so werden die früher wohl nur übersehenen Übergänge zwischen den einzelnen Typen bald überall gefunden werden.

als die umgebenden, mit ein wenig dunklerem dichteren Plasma erfüllt und in Teilung. Sie dürfte den jungen Embryosack darstellen.

In den, wie wir gleich sehen werden, seltenen Fällen, in denen ein Embryosack gut entwickelt wird und der Nucellus nur wenig aus der Mikropyle herausgewachsen war, konnte ich auch meist drei, wenn auch zerdrückte Zellen darüber sehen; es schliesst sich die Teilung der Embryosackmutterzelle also an den bekannten *Clematis*-Typus von GUIGNARD an.[1]) Einmal zählte ich aber ebenso deutlich 4 Zellen. Dass gewisse Unregelmässigkeiten auch hier vorkommen, war ja von vornherein wahrscheinlich. Die Reihenanordnung, wie sie anfangs am Nucellus so deutlich vorhanden war, bleibt nun nicht lange so, wenigstens am oberen Ende. Während die Randzellen ihre normale Grösse beibehalten, beginnen die mittleren sehr zu wachsen, eventuell sich noch zu teilen und grosse Vacuolen aufzuweisen (Fig. 5[2]). Meistens geschieht dies aber nur bei einzelnen Zellen, diese bedrängen dann die Nachbarzellen, bis letztere schliesslich degenerieren. Das erste Anzeichen für eine Degeneration ist die veränderte Färbbarkeit des Kerns und das Aufhören einer besonderen netzförmigen Struktur des Chromatins in demselben. Auf Schnitten, die mit FLEMMING's Farbengemisch gefärbt wurden, färben sich die Stellen, die die zu Grunde gegangenen Zellen einnehmen, ziemlich gleichförmig dunkelrot (Fig. 5), mitunter finden wir sogar recht grosse Flächen von dieser Farbe.

Das Schicksal der Degeneration pflegt in erster Linie die Tapetenzellen und den Embryosack selbst zu treffen; dieser wird dabei vorher noch oft eigenartig gedehnt und gezerrt. In anderen, aber ziemlich seltenen Fällen gehen nur relativ wenig Zellen zu Grunde, und der Embryosack bleibt annähernd intakt, wie Fig. 7 uns versinnbildlichen soll. Es sind hier gut die Eizelle und die beiden Synergiden, die 2 dicht zusammenliegenden Polkerne sowie die etwas zerdrückten 3 Antipoden zu sehen. Nur zeigen doch auch diese Kerne in ihrem Innern im Gegensatz zu den sehr lebenskräftig aussehenden des Nucellus Absterbeerscheinungen. Ein unverhältnismässig grosser

---

1) Siehe bei ZIMMERMANN, Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns. Jena 1896, S. 98.

Ich kann bei *Cytisus Adami* natürlich nicht auf die Frage eingehen, ob die Teilungen der Embryosackmutterzelle auch auf Tetradenteilung zurückzuführen seien, da die entsprechenden Stadien zu selten zu finden sind. Wie wir aus den neueren Arbeiten (z. B. von M. KÖRNICKE) wissen, braucht die Dreizahl, wenn wir die oberste Zelle zur Epidermis rechnen, die in der Mitte des Nucellus nur zufällig genau in der Fortsetzung der Reihe liegt, nur scheinbar vorhanden und kein Hindernis für eine solche Annahme zu sein.

2) Hier fielen auch stets viele, mit Osmiumsäure schwarz gefärbte Fetttröpfchen auf.

Nucleolus, wohl durch Chromatinzusammenklumpungen in seinem Umfange scheinbar vergrössert, und um ihn herum ein sehr armes Chromatinnetz lässt dies wenigstens vermuten.

Oft war ein Embryosack, wie auch CASPARY schon bemerkt, gar nicht vorhanden, häufig nur rudimentär entwickelt. Man sieht eine grössere zusammengedrückte Zelle in der Mitte des Nucellus, mit dichtem Plasma erfüllt und einigen unregelmässig verteilt liegenden Kernen. Zu einer normalen Kernteilung und -Anordnung war es hier gar nicht gekommen, die ganze Wachstumsenergie, die gewöhnlich die Pflanze zu Gunsten des Embryosackes auf Kosten des Nucellus gebraucht, war hier umgekehrt verwandt worden.

Die beiden Integumente bestehen anfangs aus je 2 Zellreihen, später wird das äussere durch tangentiale Teilungen an der Spitze mehrreihig, während es an der Basis ebenso wie das innere Integument zweireihig verbleibt. Auch sie zeigen fast immer ein Wachstum wie der Nucellus, nur ist es lange nicht so entwickelt. In dem gegenseitigen Verhalten können wir 2 Typen unterscheiden. Einmal bleibt das innere Integument sehr kurz, während das äussere noch Wachstum aufweist (Fig. 9), zweitens aber sehen wir auch das innere das äussere oft überragen (Fig. 8), es muss also bei ersterem hier nachträglich ein stärkeres Wachstum stattfinden.

Bei den „Eltern“ unseres *Cytisus Adami*, bei *Cytisus Laburnum* L. und *Cytisus purpureus* Scop., sowie den gleichfalls im Heidelberger Botanischen Garten kultivierten *Cytisus alpinus* Mill. und *Cytisus Alschingeri* Vis. fand ich den Nucellus ganz normal entwickelt. Ein Embryosack war gut ausgebildet, insbesondere bei *Cytisus Laburnum* fielen die grosse Eizelle, die Synergiden und Antipoden nebst den beiden nahe der Eizelle kopulierenden Polkernen schon bei Untersuchung der lebenden Pflanze auf. Die *Cytisus Laburnum*-Blüten, die an den Rückschlagästen von *Cytisus Adami* gewachsen waren, verhielten sich genau wie alle übrigen und zeigten keine Unregelmässigkeiten.

Sehr interessant ist weiterhin auch, dass nach CH. DARWIN[1]) die Samenknospen zweier anderer Bastarde aus der Gattung, nämlich die von *Cytisus purpureus-elongatus* und *Cytisus alpinus-Laburnum* vollkommen normal gebaut sind, während hier wieder Unregelmässigkeiten in der Pollenbildung vorkommen.

Dieser so eigenartigen Nucellarsprossung bei *Cytisus Adami* vermag ich keinen ähnlichen Fall an die Seite zu setzen[2]). Die

1) CH. DARWIN, Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation, übersetzt von VICTOR CARUS. Stuttgart 1868, I, S. 497—502.

2) Vielleicht liegt nur etwas Analoges bei einigen hybriden *Cistus*-Arten vor, in denen nach E. BORNET (citiert bei CH. DARWIN) die Ovula häufig missgestaltet sind. Nachträglich fand ich auch noch folgende Notiz im Botanischen Jahresbericht

Tendenz, die Sexualzellen zu Gunsten vegetativer Gewebe zu unterdrücken, liegt allerdings auch bei den überall nur ausnahmsweise vorkommenden „Vergrünungserscheinungen“ der Carpelle vor; doch haben wir hier ja einen ganz anderen Vorgang vor uns. Dass *Cytisus Adami* dazu neigt, überhaupt die Blüten tragenden Zweige zu Laubtrieben auswachsen zu lassen, gab AL. BRAUN[1]) schon als häufig an. Das Verhalten unserer Pflanze ist also nur graduell unterschieden von dem anderer Bastarde, die, wie die zwischen *Berberis vulgaris* und *Mahonia Aquifolium* (als *Berberis Neuberti* Hort. und *Berberis ilicifolia* Hort. bezeichnet), überhaupt niemals mehr Blüten hervorbringen[2]). An anderer Stelle[2]) habe ich ausgeführt, dass die bei *Berberis Neuberti* zuweilen als Wurzelbrut austreibenden Rückschlagszweige zu *Berberis vulgaris* mit vielen und reichen Blüten auftreten. Ähnlich ist es auch bei *Cytisus Adami*: die *Laburnum*-Zweige, die hier und da vorkommen, verhalten sich völlig normal und tragen gute Samen, die *purpureus*-Zweige waren dagegen meist, die von *Adami* stets steril. Dasselbe gibt auch schon AL. BRAUN[3]) im Jahre 1851 an. Im unbelaubten Zustande sind die Zweige von *Adami* und *Laburnum* nur schwer zu unterscheiden, daher dürften die zuweilen zu lesenden gärtnerischen Angaben, dass *Cytisus Adami* Samen trage, auf solche *Laburnum*-Triebe sich beziehen.

Heidelberg, Botanisches Institut.

1894, I, S. 461: KAYSER, Untersuchungen über das eigenartige Verhalten des Nucellus der Samenanlagen von *Croton flaveus* var. *balsamifer* [s. auch Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XI, 1893, S. (61)].

„Der Nucellus des „hängenden epitrop-anatropen“ Ovulums wächst aus der Mikropyle heraus. Später wird der innerhalb der Samenanlage befindliche Teil des Nucellus durch den Embryosack resorbiert, während der die Mikropyle pfropfartig verschliessende, mittlere Teil allmählich zerdrückt wird, collabiert und endlich verschwindet. Der obere Teil des Nucellus wächst dem Orte entgegen, an welchem die Pollenschläuche aus dem Griffelgewebe in die Fruchtknotenhöhle übertreten.“

Wir haben zwar hier denselben Vorgang wie bei *Cytisus Adami*, dass nämlich der Nucellus ein nachträgliches Wachstum zeigt, aber die charakteristische Erscheinung, dass der Embryosack zu Gunsten des Nucellusgewebes verdrängt wird, findet sich hier nicht vor.

1) AL. BRAUN, II. Vortrag in Sitzung der Gesellsch. Naturf. Freunde in Berlin vom 17. Junr 1873 in Botan. Zeitung 1873, Bd. 31, Sp. 650.

2) TISCHLER, Die Berberidaceen und Podophyllaceen. ENGLER's Jahrbücher, Bd. XXXI, 1902, vergl. auch SOLMS-LAUBACH in Botan. Zeitung, Bd. 60, 1902, Spalte 11.

3) AL. BRAUN, I, l. c. S. 338—340.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Junge Samenanlage von *Cytisus Adami*. Nucellus von normaler Grösse, inneres Integument ein wenig das äussere überragend. Vergr. 120.

„ 2. Teil einer Zellreihe aus dem Nucellusgewebe nach Beginn des lebhaften Wachstums; es sind mehrkernige Zellen vorhanden, in einer liegen die beiden Kerne neben, in einer anderen schräg übereinander, die unterste Zelle hat einen etwas eingeschnittenen Kern mit „hantelförmigem“ Nucleolus. Hierin ist wohl der Beginn einer Amitose (Diaspase) zu sehen. Vergr. 1200.

„ 3. Amitose (Diaspase) aus dem Grunde des Nucellusgewebes. Vergr. 1350.

„ 4. Zwei Zellreihen aus dem oberen Ende des Nucellus, in der ersteren die vierte Zelle in Teilung; wohl die Anlage des Embryosackes darstellend. Vergr. 1200.

„ 5. Nucellus aus der Mikropyle herausgewachsen, die Reihenanordnung der Zellen im unteren Teile noch gut zu erkennen. Ausser der Epidermis sind alle Zellen des oberen, heraushängenden Teiles mit grossen Vakuolen versehen und relativ plasmaarm. Viele Fetttröpfchen sind vorhanden, die sich mit Osmiumsäure schwarz gefärbt haben. Vergr. 400.

„ 6. Eine grosse Anzahl Zellen sind durch das starke Wachstum der Nachbarzellen degeneriert und haben sich mit FLEMMING's Farbengemisch dunkelrot gefärbt, die lebenden Zellen, wieder ausser denen am Rande, sind sehr vakuolig. Vergr. 400.

„ 7. Embroysack, ausnahmsweise fast völlig unversehrt, mitsamt dem Nucellus aus der Mikropyle z. T. herausgehoben. Die Eizelle mit den Synergiden sowie die beiden Polkerne noch sehr gut zu sehen und nur wenig degeneriert, die Antipoden ziemlich zerdrückt. Das innere Integument ist bedeutend kürzer geblieben als das äussere. (Nach 3 aufeinander folgenden Schnitten kombiniert, da der Embryosack schräg angeschnitten war). Vergr. 700.

„ 8. Nucellus sehr weit zur Mikropyle herausgewachsen, inneres Integument länger als das äussere. Vergr. 120.

„ 9. Nucellus erst wenig aus der Mikropyle vorragend; inneres Integument kürzer als das äussere. Vergr. 120.

13. M. Gonnermann: Über die Homogentisinsäure.

Eingegangen am 8. Februar 1903.

In den Berichten der Deutschen Bot. Ges. 1902, Bd. 20, S. 454—462, berichtet R. BERTEL von seinen Untersuchungen „Über Tyrosinabbau in Keimpflanzen“ (Ref. Chem. Centralbl. I, 1903, Nr. 3, S. 178) und sagt: dass in den Keimpflänzchen von *Lupinus albus* reichlich Tyrosin aus Reserveproteïden der Kotyledonen entsteht, in die Wurzel hinabwandert und zum Teil schon in den oberen Wurzelteilen durch Einwirkung eines Enzyms zu einem Körper oxydiert wird, welchen er

mit der von WOLKOW und BAUMANN im sogenannten alkaptonischen Harn ermittelte Homogentisinsäure identifizieren konnte u. s. w. — BERTEL scheint demnach von meinen mehrjährigen Untersuchungen über das Auftreten der Homogentisinsäure in Pflanzen keine Kenntnis zu haben. Deshalb möchte ich nicht unterlassen zu bemerken, dass von mir bereits in der Chemiker-Zeitung 1899, Nr. 20 und 22, zuerst der Beweis geliefert wurde, dass die Dunkelfärbung von Pflanzensäften — bezw. Rübensäften — durch die Gegenwart von Homogentisinsäure bedingt ist und stellte S. 242 folgende Schlussfolgerungen auf:

1. Es sind in dem Rübensafte gewisse Fermente — Enzyme — enthalten, welche durch ihre katalytische Kraft im Pflanzenkörper, wie auch beim Experiment auf Tyrosin wirkend Spaltungsprozesse einleiten, deren Endprodukt durch den Sauerstoff der Luft kirschrot bis schwarz gefärbt wird.

2. Dieses Endresultat der Enzymwirkung auf Tyrosin ist die Homogentisinsäure — nach HUPPERT Hydrochinonessigsäure — früher Alkapton genannt.

3. In den Rüben (u. s. w.) werden zunächst albumöse Verbindungen durch die katalytische Wirkung der Enzyme in Tyrosin und dieses weiterhin in Homogentisinsäure umgewandelt.

4. Dieser Umwandlungsprozess vollzieht sich bereits in geringerem Masse in den Blattstielen, dann im Rübenkopf und in der Wurzel — in den Treppenzellen der Saftbahnen.

5. Werden diese Saftbahnen blossgelegt, so dass der Sauerstoff der Luft auf ihren Inhalt einwirken kann — also beim Zerschneiden und Zerkleinern irgendwelcher Art — so nimmt die Homogentisinsäure die bekannte Färbung des dunklen Rübensaftes und Rübenbreies an. Je schneller und bequemer die Sauerstoffeinwirkung sein kann, desto schneller färben sich die Rübenteile; Rübenbrei wird schneller dunkel als Schnitzel, Rübensaft in flachen Schalen dunkelt schneller als solcher in hohen Cylindern; immer beginnt die Färbung an der Oberfläche. Im luftverdünnten Raum oder im Strom indifferenter Gase ändert die Homogentisinsäure die Farbe nicht, gleichfalls nicht in mineralsaurer Lösung, jedoch sofort, wenn die Flüssigkeit schwach alkalisch gemacht wird.

Eine fortgesetzte Mitteilung über dieses Thema findet sich in „Deutsche Zuckerindustrie“ 1900, Nr. 9, 4./3., in welcher auch die Untersuchung einer Anzahl (53) Pflanzen verschiedener Familien aufgeführt wird, in denen sich zum Teil Homogentisinsäure oder ihre Bildungsfaktoren nachweisen liessen, wie auch Versuche mit 26 Pilzen nach dieser Richtung hin besprochen sind. Eine Zu-

sammenstellung dieser verschiedenen Versuchsreihen findet sich in „PFLÜGER's Archiv" 1900, Bd. 82, S. 289ff.

BERTEL hat also nichts Neues gefunden, sondern nur in einem andern Fall meine Beobachtungen bestätigt. Nach dieser Klarlegung muss ich daran festhalten, dass mir allein die Priorität zusteht, in dem Endresultat der Einwirkung von Enzym auf Tyrosin die Homogentisinsäure zuerst erkannt zu haben, und dass die Veröffentlichung hierüber bereits in den Anfang des Jahres 1899 zurückdatiert.

14. U. Dammer: Normanbya F. v. Mueller.

Eingegangen am 12. Februar 1903.

Vor längerer Zeit erhielt ich von Herrn Prof. TREUB aus Buitenzorg eine Photographie einer Palme, welche als *Ptychosperma elegans* bezeichnet war. Da eine gute Abbildung dieser Art bisher nicht existierte, publizierte ich dieselbe in Gardeners' Chronicle, 1902, I, S. 21. Von Prof. BAILEY in Brisbane wurden dann Zweifel erhoben, dass diese Abbildung wirklich *Ptychosperma elegans* Bl. sei. Er war der Meinung, dass diese Abbildung, wenn überhaupt eine Queensland-Palme, die Black Palm, *Drymophloeus Normanbyi*, darstelle. Da ich nun von Buitenzorg Früchte der echten *Ptychosperma elegans* Bl. erhalten hatte, so musste hier wahrscheinlich eine Verwechselung vorliegen, und ich erbat mir von Buitenzorg Herbarmaterial von der Pflanze, von welcher ich Früchte als *Ptychosperma elegans* erhalten hatte und von der Pflanze, von der ich die als *Ptychosperma elegans* bezeichnete Photographie erhalten hatte. Dieses Herbarmaterial ist jetzt eingetroffen. Es ist bezeichnet als „*Ptychosperma elegans* Bl. II, J, 19" und als „*Pinanga Smithii* hort. Melb. e Brisbane V, H, 1". Das erstere ist unzweifelhaft die echte *Ptychosperma elegans* Bl. Dagegen ist *Pinanga Smithii* hort. Melb. e Brisbane, von der photographierten Pflanze stammend, nicht *Ptychosperma elegans* Bl., sondern die von F. VON MÜLLER zuerst als *Areca Normanbyi*, später als *Ptychosperma Normanbyi* beschriebene Pflanze.

Der Name *Pinanga Smithii* taucht in der Literatur zum ersten Male in den Ann. Jard. Bot. Buitenzorg I (1876), S. 154 auf. Hier sagt SCHEFFER: „Il y a quelques années que nous avons reçu ce palmier" (nämlich *Ptychosperma elegans* Bl.) „du jardin botanique de Melbourne, sous le nom de *Pinanga Smithii*. Les plantes produisent maintenant des fleurs et des fruits, et elles concordent très-bien avec

les descriptions de MM. MARTIUS, WENDLAND et DRUDE et avec les planches, publiées par le premier. Les filaments ne sont pas infléchis dans le bouton et j'ai compté 25—30 étamines. Les sillons longitudinaux, propres aux graines, sont déjà visibles dans les ovules, même quand ceux-ci sont à peine fécondés.“ Aus diesen Angaben geht zur Evidenz hervor, dass SCHEFFER, der sich übrigens jahrelang mit Palmen beschäftigt hatte und sie sehr gut kannte, in der Tat eine echte *Ptychosperma* vor sich hatte, und ich zweifle keinen Augenblick, dass er von Melbourne als *Pinanga Smithii* die echte *Ptychosperma elegans* erhalten hatte.

Mittlerweile gelangte aber noch einmal nach Buitenzorg, und zwar, wie aus dem Etikett des an mich gesandten Herbarmateriales hervorgeht, diesmal aus Brisbane, *Pinanga Smithii* h. Melbourne. Diese Pflanze aber ist nicht *Ptychosperma elegans* Bl., sondern die von F. VON MÜLLER als *Ptychosperma Normanbyi* beschriebene Art.

F. VON MÜLLER ist über die generische Zugehörigkeit dieser Pflanze ja selbst in Zweifel gewesen. In den Fragmenten, Bd. VIII, S. 235, beschreibt er sie als *Areca Normanbyi* Hill et Müller, indem er sie richtig zu den Arecineen stellt, während sie nach seinem Citat W. HILL als *Cocos Normanbyi* (Report on the Brisbane Bot. Garden 1874, p. 6 ex MÜLLER l. c.) zu den Cocoineen gestellt hatte. Auch in der Flora australiensis VII, S. 142 ist die Pflanze noch als *Areca Normanbyi* aufgeführt. Später hat sie MÜLLER (Fragm. XI, S. 56ff.) zu *Ptychosperma* gezogen. Als Synonyme führt er unter anderen *Saguerus australasicus* Wendl. et Dr. in Linnaea XXXIX, S. 219 an, mit Unrecht meiner Ansicht nach, wenn die daselbst gegebene Bemerkung des Sammlers richtig ist: Caudex stolonifer, plantis juvenilibus e caudice primario ramosis. Auch die Beschreibung des Blattes dieser Art stimmt nicht voll mit der MÜLLER'schen Pflanze überein. In einer Schlussbemerkung sagt er (l. c. S. 57): Affinitas hancce palmam ducit hinc ad sectionen *Dictyosperma*, illinc ad generis divisionem *Actinorrhytim*; a *Ptychosperma Calapparia* novam nostram separavi jam filamentis abbreviatis, fructibus apice subito obtusatis et iterum protractis, albumine haud radiate interrupto. E legibus plurum monographorum illustrium *Ptychospermati Normanbyi* positio generis seorsa (tunc *Normanbya*) assignaretur; .... nihilominus indagatore palmarum expertissimo BECCARI (Malesia I, 48—50) jam *Rhopaloblaste*, *Actinorrhytis*, *Dictyosperma*, *Archontophoenix* (concedente BENTHAMIO) atque *Loxococcus* (adnuente HOOKERIO) generi *Ptychospermati* iterum adducuntur.“

BENTHAM und HOOKER (Gen. pl. III, 893) haben die Vermutung ausprochen, dass die MÜLLER'sche *Ptychosperma Normanbyi* ein *Drymophloeus* sei, doch spricht dagegen ohne weiteres das ruminierte Albumen.

BECCARI hat in Ann. Jard. bot. Buitenz. II, S. 87—96 eine kri-

tische Übersicht über die Arten der Gattung *Ptychosperma* gegeben. Er sagt (l. c. S. 91) über unsere Pflanze: „La *Ptychosperma Normanbyi* ha i frutti con seme non solcato. Forse non va errato il Barone F. v. MUELLER (l. c.) proponendo per essa il nuovo genere *Normanbya*“ und (l. c. S. 127) „Nel Genera Plantarum (III, p. 892) sono supposte specie di *Drymophloeus*: la *Ptychosperma Normanbyi* F. v. M. e la *Kentiopsis divaricata* Brongn.“ Endlich (l. c. S. 171) im Register der in seiner Arbeit aufgeführten Palmen: „*Ptychosperma Normanbyi* F. v. M. = *Normanbya Muelleri* Becc. 91, 127.“

F. M. BAILEY beschreibt die Pflanze in seiner Queensland-Flora S. 1678 als *Drymophloeus Normanbyi* Benth. et Hooker. Leider sagt er bei der Beschreibung des Samens nichts über das Nährgewebe. In der Gattungsdiagnose gibt er an: „albumen equable“. Tatsächlich ist aber das Nährgewebe ruminiert und nicht gleichförmig. Im übrigen stimmt aber die Beschreibung mit der Pflanze überein.

DALLA TORRE und HARMS führen nach dem Vorgange von DRUDE *Normanbya* als Synonym von *Ptychosperma* Labill. auf.

Es kam mir nun noch darauf an, von BECCARI zu erfahren, warum er die Pflanze in eine besondere Gattung gebracht und mit einem besonderen Namen belegt hat. Auf eine dahin lautende Anfrage schrieb er mir: „Le genre *Normanbya* a été proposé par le Baron F. VON MÜLLER (Fragmenta XI, 56), et il diffère du *Ptychosperma* par la graine ronde non sillonée longitudinalement. Je crois convenient de le retenir, sans cela il faudrait comprendre dans les *Ptychosperma* une foule d'autres éspèces rapportées à des genres différents.“

Ausser aus Buitenzorg habe ich von der Pflanze noch kein Herbarmaterial gesehen. Es sind jedoch reife Früchte der Pflanze von Prof. VOLKENS aus Buitenzorg an den Königl. Botanischen Garten in Berlin geschickt worden, die zum Teil bereits gekeimt haben. Der bis jetzt am weitesten ausgebildete Sämling zeigt nun ein Merkmal, welches gar nicht mit den Merkmalen der Sämlinge jener Gattungen übereinstimmt, die in die Verwandtschaft von *Ptychosperma* gehören, nämlich ein ungeteiltes erstes Laubblatt. Die mir bisher bekannt gewordenen Sämlingspflanzen der Arten von *Ptychosperma* und der dieser Gattung nahe stehenden Arten haben sämtlich ein zweispaltiges erstes Laubblatt. Unter den altweltlichen Gattungen der Arecineen ist mir bisher ein einfaches, ungeteiltes erstes Laubblatt nur bei den Gattungen *Arenga*, *Didymosperma* und *Wallichia*, unter den neuweltlichen bei *Oreodoxa* bekannt geworden. Wenn damit auch keineswegs gesagt sein soll, dass *Normanbya* in die Verwandtschaft einer dieser Gattungen gehöre, so muss ich doch andererseits betonen, dass die Ausbildung der Jugendblätter bei den Palmen für die einzelnen Gattungen charakteristisch ist, dass für mich allein

schon dieser Umstand genügen würde, grosse Bedenken zu tragen, die Pflanze als eine *Ptychosperma* anzusprechen. Mir erscheint vielmehr diese Ausbildung des ersten Laubblattes als ein weiterer Beweis dafür, dass in der Tat die fragliche Pflanze einer eigenen Gattung angehört, für welche F. VON MÜLLER den Namen *Normanbya* vorgeschlagen hat.

Ehe ich nun zur Aufstellung der Gattungsdiagnose schreite, sehe ich mich noch genötigt, mit einigen Worten auf den Namen der Art einzugehen.

Der älteste Artname dieser Pflanze ist *Normanbyi*, welchen HILL gegeben hatte. Dieser Artname ist von FERDINAND VON MÜLLER beibehalten worden, als er die Pflanze zunächst zu *Areca*, dann zu *Ptychosperma* stellte. Leider hat MÜLLER versäumt, der Art auch einen Artnamen zu geben, als er seine Gattung *Normanbya* taufte. Ob er auch dann noch den bisherigen Artnamen beibehalten haben würde, erscheint mir sehr fraglich. Nach den in Kew geltenden Regeln brauchte er den Namen nicht beizubehalten, und wohl nur, um dem vorzubeugen, dass NORMANBY's Namen später von der Pflanze getrennt werde, hat er der von ihm als neu vermuteten Gattung den Namen *Normanbya* beigelegt. Dass er die Geschmacklosigkeit begehen würde, trotzdem den Artnamen beizubehalten, ist wohl ausgeschlossen, vielmehr ist anzunehmen, dass er der Pflanze nun einen neuen Artnamen gegeben haben würde, wozu er nach den Kew-Regeln berechtigt war. Glücklicherweise ist mir BECCARI bei der Taufe der Art in der neuen Gattung zuvorgekommen, indem er sie *Normanbya Muelleri* genannt hat, so dass ich der Notwendigkeit überhoben bin, die unschöne Namenzusammenstellung zu geben, zu der mich die Berliner Regeln vielleicht zwingen würden. Es stände mir allerdings, da der Name *Normanbya* bisher noch ein nomen nudum ist, frei, der Gattung einen anderen Namen zu geben, so dass dann der ursprüngliche Artname erhalten bliebe. Ich sehe davon aber aus verschiedenen Gründen ab. Einmal ist es das Gerechtigkeitsgefühl, welches mich zwingt, den von MÜLLER vorgeschlagenen Namen beizubehalten. MÜLLER hatte bereits die Empfindung, dass hier eine neue Gattung vorliege, BECCARI aber hat deutlich den Unterschied erkannt und kurz erwähnt. Ich kann es als kein allzugrosses Verdienst ansehen, dass nun zufälligerweise gerade ich zu dem schon vorhandenen Namen, wie z. B. früher zu der von BOJER als neu erkannten *Hyphaene Shatan*, die Diagnose und Beschreibung gebe. Gerade bei den Palmen kommt leider der Fall sehr häufig vor, dass Namen für Pflanzen, die zum Teil schon lange gut bekannt sind, vorhanden sind, aber die Beschreibungen fehlen. Vor diesen nominibus nudis der Palmen haben auch starre Anhänger der Berliner Regeln Halt gemacht und sie angenommen, so dass ich, der ich mich nicht

voll auf diesen Standpunkt zu stellen vermag, keine Veranlassung fühle, über jene hinauszugehen. Gerade das von den Anhängern des strengen Prioritätsprinzipes betonte Gerechtigkeitsgefühl zwingt mich, von der Berliner Regel abzuweichen. Ein anderer Grund für mein abweichendes Vorgehen ist der, dass ich die Synonymie nicht unnötig bereichern will. Das bisherige nomen nudum *Normanbya Muelleri* Becc. ist zwar nach den Berliner Regeln bisher noch nicht legalisiert und konnte bis jetzt noch umgestossen werden. Indem ich aber diese Wortverbindung aufnehme und die Diagnose gebe, legalisiere ich sie und überlasse es nun starreren Anhängern der Berliner Regeln, eine Namenzusammenstellung zu geben, welche mir widerstrebt. Da ich weiter oben bereits BECCARI's Begründung der Gattung *Normanbya* gegeben habe, bin ich zum Glück auch nicht dem Zwange ausgesetzt, meinen Namen hinter die BECCARI'sche Namenverbindung setzen zu müssen, sondern kann, wie es meinem Gerechtigkeitsgefühl entspricht, BECCARI als Autor beibehalten.

Normanbya F. von Mueller.

Flores monoici, dissite spiraliter dispositi; masculi solitarii vel gemini, sessiles, non immersi sepalis imbricatis petalis valvatis, staminibus 30—40, antheris filamento aequilongis vel longioribus, ovarii rudimento conico stylo 3-lobo; foeminei in parte inferiore spicarum solitarii vel masculis singuli adstantes, sepalis petalisque imbricatis, staminodiis nullis, ovario ellipsoideo stigmatibus 3 sessilibus terminato, uniloculari, uniovulato, ovulo ex apice loculi pendulo; fructus magnus ovatoglobosus ex apice depresso-umbonatus, exocarpio carnoso, mesocarpio rigide fibroso, endocarpio osseolignoso; semen pericarpio conforme non sulcatum, non costatum, testa pertenuiter crustacea, albumine irregulariter ruminato, raphe a basi ad apicem seminis extendens ramis suis undique tenuiter et ampliuscule reticulari-areolatis testae impressa; embryo basilaris. — Foliorum segmenta fasciculato-conferta, apice lacera. Folium primum integrum petiolatum.

Normanbya F. v. Muell. in Fragmenta Phytographiae Australiae, vol. XI, p. 57; BECCARI in Ann. Jard. Bot. Buitenzorg II, p. 91. — Patria: Australia.

Normanbya Muelleri Beccari l. c. p. 171. Syn.: *Cocos Normanbyi* W. Hill, Report 1874, p. 6. *Areca Normanbyi* F. v. Muell., Fragm. VIII, p. 235; Benth. et Muell., Fl. Austral. VII, p. 142. *Ptychosperma Normanbyi* F. v. Muell., Fragm. XI, p. 56—57. *Drymophloeus Normanbyi* Benth. et Hook., Gen. Pl. III, p. 893; BAILEY, Queensland Flora p. 1678. *Pinanga Smithii* h. Buitenzorg non h. Melb. *Ptychosperma elegans* U. D. (non Bl.) in Gardeners' Chronicle 1902, I p. 21, fig. 7, excepta descriptione.

Ad descriptionem cl. F. v. MUELLER, l. c. XI, p. 56—57, paucum addendum vel emendandum. Stigmata floris foeminei expansa sessilia in fructu aucta non decidua. Folium primum petiolatum, integrum ovali-lanceolatum permagnum. — Habitat: Ad flumen Daintree River, W. HILL, E. FITZALAN; in GOOLD's Island, Dallachy (ex MUELLER). — Nom. vern.: Black-Palm.

---

15. Hans Winkler: Über regenerative Sprossbildung auf den Blättern von Torenia asiatica L.

Mit zwei Holzschnittfiguren.

Eingegangen am 16. Februar 1903.

Im weiteren Verlauf meiner Regenerations-Studien erwies es sich als notwendig, das Verhalten isolierter Blätter einer ausgedehnten und eingehenden Untersuchung zu unterziehen. Über die wesentlichen Ergebnisse soll später im Zusammenhange berichtet werden. Vorderhand möchte ich nur einen Fall seiner besonderen Wichtigkeit wegen herausgreifen.

Er betrifft *Torenia asiatica* L. Die Laubblätter dieser Scrophulariacee sind an Warmhaus-Exemplaren im ausgewachsenen Zustande etwa 4 *cm* lang, wovon 1—1$^{1}/_{2}$ *cm* auf den Stiel kommen. Die Spreite ist annähernd elliptisch geformt, vorn zugespitzt und am Rande gekerbt, ihre Rippen haben typisch fiedernervigen Verlauf. Der Mittelnerv verläuft gradlinig vom Blattgrunde bis zur Spitze, er ist die unmittelbare Fortsetzung des Hauptbündels im Blattstiel. Die Seitenrippen zweigen unter ziemlich spitzem Winkel vom Hauptstamme ab; ihre Anordnung entspricht bei manchen Blättern der Anordnung der Blättchen an einem paarig gefiederten Blatte, bei anderen der Blättchenstellung eines abwechselnd gefiederten Blattes. An der Unterseite springen die Nerven erster und zweiter Ordnung über die Oberfläche der Lamina hervor, während sich oberseits die Blattfläche zwischen den Seitenrippen leicht emporwölbt, so dass die stärkeren Nerven im Grunde flacher Rinnen verlaufen.

Der Blattstiel hat einen abgerundet-dreieckigen Umriss, er trägt zwei schmale Flügel, die in annähernd gleichmässiger Höhe von unten bis oben verlaufen und die sich unmittelbar in den Spreitengrund fortsetzen. Auf dem Querschnitte des Stieles finden sich drei Gefässbündel. Das eine, grösste, verläuft zentral und setzt den Hauptnerven der Spreite nach unten fort. Von den beiden anderen

viel kleineren verläuft je eines in jedem Flügel; beide treten unterhalb der untersten Verzweigung des Hauptnerven in die Lamina ein.

Spaltöffnungen fehlen auf der Oberseite, kurze Köpfchenhaare finden sich auf beiden Seiten der Spreite. Die Epidermiszellen haben gewellten Umriss, nur die über und unter den stärkeren Nerven gelegenen Zellen sind parallelwandig und prosenchymatisch gestreckt. Zwischen ihnen treten, spärlich verstreut, kurzgliedrige spitze Borstenhaare auf.

Der Zellsaft ist in sämtlichen Zellen der Blätter farblos. —

Wenn man nun diese Blätter an der Basis des Stieles abschneidet und isoliert einpflanzt, so bilden sie ziemlich rasch am basalen Ende einen Callus von mässigem Umfange und teils aus diesem, teils aus dem Blattstiel selbst hervorbrechende, zahlreiche, sich reichlich verzweigende Wurzeln. Da die Blätter sehr zart sind und leicht welken, so ist übrigens eine vorsichtige Behandlung der Stecklinge, besonders in den ersten Tagen, geboten. Sie müssen immer von ziemlich feuchter Atmosphäre umgeben sein und brauchen viel Wärme. Licht, selbst direktes, nicht zu intensives Sonnenlicht, schadet nicht. Ich hielt sie im Vermehrungshaus, anfangs unter Glasglocken, in reinem, lockerem, feuchtem Sand.

Die erste Veränderung, die an der Blattlamina sichtbar wurde, bestand im Auftreten von rotem Zellsaft in den Epidermiszellen der Oberseite — eine Erscheinung, die auch sonst an Blattstecklingen häufig zu beobachten ist und die in einer gewissen Abhängigkeit von der Belichtung steht: An denjenigen Stellen, wo die Blätter sich gegenseitig beschatteten, unterblieb die Zellsaftfärbung. Näheres wird später mitgeteilt werden.

Nach einigen Wochen begann die Sprossbildung an den Blättern, und zwar lassen sich da, im Gegensatz zu fast allen andern bisher bekannt gewordenen Fällen, bei *Torenia* keine konstanten Beziehungen der Punkte, an denen Sprosse entstehen, zu Spitze und Basis des Blattes, noch auch zu irgend einem äusseren Faktor erkennen. Die Sprosse können an der Basis des Blattstieles oder auf diesem selbst oder an irgend einem beliebigen Punkte der Blattspreite entstehen.

Sie bilden sich niemals nur in Einzahl, sondern es entstehen von vornherein viele, an den verschiedensten Teilen des Blattes gleichzeitig. Die ersten Spuren der beginnenden Sprossbildung sind natürlich makroskopisch noch nicht erkennbar, aber mikroskopisch leicht nachzuweisen. Sie bestehen darin, dass sich zunächst die Epidermiszellen der morphologischen Oberseite[1]) längs der Spreiten-

1) wobei es gleichgültig ist, ob diese dem Mittelpunkt der Erde zu- oder von ihm abgewandt ist.

nerven erster und zweiter Ordnung und über dem Hauptbündel des Blattstieles lebhaft teilen, und zwar fast ausnahmslos durch Querwände, d. h. durch Wände, die senkrecht zum Verlauf der Nerven orientiert sind. Manchmal teilt sich von den vier bis fünf Zellenzügen, die sich von der Basis des Blattstieles an bis in die Spitze des Blattes hinein in kontinuierlichen Reihen hinziehen, jede einzelne Zelle 5—10 und noch mehrmal, manchmal nur eine bestimmte, immer aber sehr erhebliche Anzahl. Nur selten greift der Prozess auf die weiter rechts und links von den Nerven gelegenen Epidermiszellen mit gewellten Contouren hinüber. Eine Bevorzugung der Stellen, wo Seitennerven abzweigen, lässt sich nicht nachweisen, ebensowenig etwa eine zeitliche Bevorzugung der basalen Zellen; der Teilungsprozess setzt an allen Stellen ungefähr gleichzeitig ein. gleichgültig, ob sie der Basis oder der Spitze des Blattes mehr genähert sind. Eine Längsstreckung in der Richtung des Nervenverlaufes folgt dieser intensiven Teilung nicht. Die einzelnen Zellen fächern sich also in weitgehendem Masse, ohne zunächst eine Volumenänderung zu erfahren, ein Vorgang, der natürlich zu einer erheblichen relativen Vermehrung der Plasma- und Kernsubstanzen führt und den wir als Furchung bezeichnen wollen. Wir werden später sehen, dass ganz allgemein jede nicht mehr embryonale Zelle vor der Regeneration einen solchen Furchungsprozess durchzumachen hat.

Sehr bald beginnen sich nun die Sprosse zunächst als flachgewölbte Protuberanzen über die Oberfläche der Spreite und des Blattstieles emporzuheben. Sie können von einer einzigen Epidermiszelle ausgehen, wie die Adventivsprosse mancher Begonien-Blätter, meist aber treten mehrere, 4 oder 5 nebeneinander liegende Zellen zu einem Vegetationspunkte zusammen.

An manchen Blättern wachsen fast alle Zellen, die sich gefurcht haben, aus. Dann bilden sich auf dem Blatte dichte Reihen unmittelbar und lückenlos nebeneinander stehender Sprossanlagen in einer kontinuierlichen Reihe von der Stielbasis bis zur Blattspitze, und das kann sich über den Seitennerven ebenso wiederholen, so dass Hunderte von regenerierten Sprossen auf einem Blatte sitzen können. Natürlich aber entwickeln sich diese nicht gleichmässig weiter, gewöhnlich überholen einzelne Sprosse die anderen, die dann auf sehr frühem Entwickelungsstadium stehen bleiben. Bei der Mehrzahl der Blätter entwickeln sich überhaupt von vornherein nur eine beschränkte Anzahl von Sprossen, und die zwischen ihren oft weit voneinander entfernten Fusspunkten gelegenen Epidermiszellen kommen dann überhaupt nicht über das Stadium der Furchung hinaus. Doch kann man durch rechtzeitiges Entfernen der regenerierten Sprosse auch sie noch zum Austreiben veranlassen.

Nun lässt sich nicht verkennen, dass diejenigen Sprosse, die späterhin in der Entwickelung bevorzugt sind, in der Mehrzahl der Fälle der Basis des Blattstieles genähert oder über den Hauptnerven inseriert sind, während die an der Spitze des Blattes und über den schwächeren Nerven stehenden gewöhnlich in der Entwickelung zurückbleiben. Aber man kann in diesem Verhalten keineswegs den Ausdruck der Polarität des Blattes erblicken. Denn erstens einmal kommt es häufig genug vor, dass auch andere, auf der Mitte oder dem Spitzenteile des Blattes entstandene oder über Seitennerven inserierte Sprosse sich entwickeln, während die auf dem Blattstiele und über dem Hauptnerven stehenden verkümmern (vergl. Fig. 1 A).



Fig. 1 *A*.



Fig. 1 *B*.

Fig. 1. Blattstecklinge von *Torenia asiatica* L. In *A* ist zu erkennen, wie auch über den Seitennerven stehende Sprosse sich kräftig entwickeln, während Basis und unterer Teil des Blattstieles frei von Neubildungen geblieben sind. — In *B* ist der eine ein wenig seitlich vom Hauptnerven entstandene Spross nach der Bildung nur eines einzigen Vorblattes unmittelbar zur Ausbildung einer endständigen, durchaus normalen Blüte geschritten. Ausserdem sind an der Stielbasis und auf der Spreite noch mehrere zunächst vegetativ bleibende Sprosse regeneriert worden.

Zweitens wurde schon erwähnt, dass sich in der ersten Anlage der Neubildungen — und die ist doch für die Polaritätsfrage das Entscheidende — durchaus keine Beziehungen zu Spitze und Basis des Blattes erkennen lässt, da die Zellfurchungen gleichzeitig an den verschiedensten Punkten von Stiel und Spreite auftreten können. Und drittens endlich ist es auch, ohne dass man genötigt wäre, auf

die Polarität des Blattes zur Erklärung zurückzugreifen, verständlich, dass diejenigen Sprossanlagen in der späteren Entwickelung bevorzugt sind, die beim „Kampfe um die Nahrung" den günstigsten Platz einnehmen, d. h. diejenigen, die dem Wurzelsystem oder den grösseren Nährstoffbahnen am nächsten stehen.

Was die regenerierten Sprosse selbst betrifft, so gleichen sie meist durchaus normalen Achselknospen; doch sind Verbänderungen und Unregelmässigkeiten in der Blattform, dem Modus der Verzweigung u. s. w. nicht selten. Die Sprosse beginnen, der dekussierten Blattstellung von *Torenia asiatica* entsprechend, mit einem zweigliedrigen Blattwirtel, dessen Orientierung in keiner notwendigen Beziehung zur Nervenrichtung des Mutterblattes steht. In der Hälfte der Fälle etwa bildet die Medianebene des ersten Blattpaares einen rechten Winkel mit der Nervenrichtung; diese quere Stellung der ersten Blätter erscheint also etwas bevorzugt gegenüber der weniger häufigen schiefen oder der noch selteneren parallelen Stellung.

Sehr bemerkenswert ist, dass die Mehrzahl der jungen Blattsprosse sehr frühzeitig zur Blütenbildung schreitet. Oft folgte unmittelbar auf die beiden ersten Blätter eine endständige, den Spross abschliessende Blüte; der in Fig. 1*B* abgebildeten Blüte ging sogar nur ein einziges Vorblatt voraus, so dass der ganze Adventivspross nur aus einem Blatt und einer Blüte bestand. Die Blüten waren in jeder Hinsicht, in Bau, Färbung und Fruchtbarkeit, normal. Auch diejenigen, die terminal standen, waren nicht pelorisch ausgebildet, obwohl sonst durchgehends bei den Scrophulariaceen der Satz gilt, dass „Gipfelblüten immer aktinomorph sind mit Beibehaltung der Eigentümlichkeiten normaler Blüten" (VON WETTSTEIN 891, S. 45[1]). Die weitere Beobachtung wird zeigen, ob nicht doch unter gewissen Bedingungen Pelorien auftreten. —

Die Blätter, die ich zu den Versuchen benutzte, stammten von blühenden *Torenia*-Pflanzen, und so erinnert das auffallend rasche Blühen der auf ihnen entstehenden Sprosse an das bekannte von SACHS (892, S. 1) entdeckte Verhalten von *Begonia rex*. Werden Blätter von blühreifen Exemplaren dieser Pflanze zur Vermehrung benutzt, so gelangen die jungen Adventivpflänzchen erheblich früher zum Blühen als wenn sie von Blättern noch nicht blühender Individuen gebildet werden. Ebenso fand GOEBEL (898, S. 39) von *Achimenes haageana*: „Wenn man Blätter aus der Blütenregion nimmt, so entstehen Adventivsprosse, die früher zur Blütenbildung übergehen als die an Blättern aus der basalen Region der Pflanze entstandenen."

1) PENZIG (894 II, S. 206) erwähnt keine Pelorien von *Torenia*, wohl aber von dem nahe verwandten *Artanema fimbriatum*. Es dürfte wohl aber keinem Zweifel unterliegen, dass auch bei *Torenia* Pelorien vorkommen.

SACHS schloss bekanntlich aus seinen Versuchen auf das Vorhandensein von „blütenbildenden Stoffen“ in den Blättern blühreifer Pflanzen; GOEBEL (898, S. 40) neigt eher zu der Annahme, „dass die Blätter blühreifer Pflanzen überhaupt ärmer an Baumaterial sein werden, dass die von ihnen gebildeten Adventivsprosse demzufolge von vornherein „geschwächt“ seien, und dass erfahrungsgemäss Blütenbildung durch Schwächung des vegetativen Wachstums begünstigt wird“.

Für unsere *Torenia* ist es mir sehr zweifelhaft, ob das frühzeitige Blühen der regenerierten Sprosse mit dem blühbaren Zustande der Mutterpflanze in direktem Zusammenhange steht. Zunächst einmal findet sich in der gärtnerischen Litteratur über *Torenia* überall die Angabe, die Torenien seien nur durch Samen zu vermehren, da Stecklinge — gemeint sind natürlich Stecklinge von Stengelteilen mit Achselknospen — klein blieben nnd sofort blühten. Ich führe z. B. eine Stelle aus der Revue horticole, Bd. 48, 1867, S. 465 an: „Le *Torenia Fouguieri* ... se multiplie facilement par la voie des semis, mode de multiplication qui doit être préféré pour lui, les boutures qu'on en fait reprenant difficilement et ne donnant pas de résultats, car tous les yeux se développent en fleurs, au lieu de donner des ramifications.“ Es scheint also, als ob die Knospen der Torenien infolge der Störungen, die die Trennung vom Mutterstock im Gefolge hat und unter denen Ernährungsstörungen vielleicht durchaus nicht die wichtigsten sind, zu vorzeitiger Blütenbildung veranlasst würden. Die weitere Untersuchung wird das zeigen.

Eine Beziehung zwischen dem Orte des Blattes an der Mutterpflanze und der Raschheit der Blütenbildung seiner Adventivsprosse, wie sie GOEBEL für *Achimenes* fand, ist bei *Torenia asiatica* jedenfalls nicht vorhanden. Die untersten Blätter verhielten sich völlig so wie die oberen, in deren Achseln Blütensprosse standen, ja, ich sah sogar an einem isolierten Kotyledo einer Pflanze Sprosse entstehen, die nach einem Paar steriler Vorblätter in einer Gipfelblüte endigten. Man müsste hier also auf dem Boden der SACHS'schen Vorstellung annehmen, dass nicht nur die Blätter der Blütenregion, sondern die der ganzen Pflanze zur Blütezeit mit blütenbildenden Stoffen erfüllt seien. Dem widerspricht nun aber wieder, dass manche Blätter auch Sprosse bildeten, die zunächst vegetativ weiter wuchsen, ohne vorerst zu blühen, dass also Adventivsprosse desselben Blattes sich hinsichtlich der Blütenbildung durchaus verschieden verhalten können. — Jedenfalls geht schon hieraus hervor, und meine sonstigen Erfahrungen, über die später eingehend zu berichten sein wird, sprechen ebenso dafür, dass die SACHS'sche Beobachtung an *Begonia* nicht ohne weiteres auf andere Pflanzen übertragbar ist. Entscheidend wird in unserem Falle das Verhalten der an den

Blättern von jungen Keimpflanzen entstehenden Adventivsprosse hinsichtlich der Blütenbildung sein. —

Schliesslich sei noch erwähnt, dass die Regeneration gelegentlich nicht bis zur Sprossbildung selbst gedieh, sondern dass es nur zur Bildung eines Adventivblattes kam. Auf der Spreite des Mutterblattes sass dann eine viel kleinere, aber ihr in Form und Bau gleichende Adventivspreite, an deren Basis sich weder makroskopisch, noch mikroskopisch die geringsten Spuren eines etwa als Vegetationspunkt zu deutenden Gewebes finden liessen. Freilich lässt sich dies Fehlen eines Vegetationspunktes schwer mit absoluter Sicherheit behaupten, da schon einige wenig kleine, leicht zu übersehende Embryonalzellen genügen könnten, um das morphologische Dogma, dass Blätter nur an Vegetationspunkten entstehen, zu retten. Da indessen die Vegetationspunkte, die sich sonst auf den *Torenia*-Blättern bilden, ihre Organbildung so gut wie ausnahmslos mit der Ausgliederung zweier einander gegenüberstehender Blätter beginnen, der dekussierten Blattstellung entsprechend, so stehe ich nicht an, die einzeln entstehenden Blätter in der Tat als Adventivblätter anzusprechen, umsomehr, als solche Adventivblätter auch am Hypokotyl und auf dem Blattstiel von *Cyclamen* erscheinen können, und als nach GOEBEL (891, S. 84) auch bei *Utricularia coerulea* L. an der Unterseite der Blätter adventive „Blätter auftreten können, so dass also ein Blatt aus dem anderen entspringt“. —

Wenn wir dieses eben geschilderte Verhalten der *Torenia*-Blattstecklinge mit dem Verhalten von isolierten Blättern anderer Pflanzen hinsichtlich der Regeneration vergleichen, so ergeben sich verschiedene bemerkenswerte Differenzpunkte.

Vor allen Dingen hinsichtlich des Ortes, an dem die Neubildungen auftreten. Es ist eine bekannte Tatsache, auf die vor allem VÖCHTING (878, S. 92) mit Nachdruck hingewiesen hat, dass der normale Ort der Sprossbildung an Blattstecklingen die Basis des Blattstieles ist oder, wenn nicht das ganze Blatt, sondern nur ein Teil der Spreite zu dem Versuche verwendet wird, die durch den Schnitt an der Blattlamina geschaffene Basis. Nach diesem Typus, den wir Typus I nennen wollen, regeneriert weitaus die Mehrzahl der Phanerogamen, deren Blätter überhaupt zur Sprossbildung befähigt sind; und auch die wenigen Farne, deren Wedel Regenerationsknospen bilden können, gehören nach HEINRICHER (899 und 900) und PALISA (900) hierher. — Der Verlauf der Regeneration ist dabei in allen Fällen, soweit sie wenigstens Phanerogamen betreffen, derselbe: es entstehen zuerst an der Basis Wurzeln, die sich schnell zu einem kräftigen, vielverzweigten System entwickeln und erst dann die Sprosse. Diese wachsen dann rasch heran, und während dessen stirbt das Mutterblatt restlos ab.

Nun sind aber eine ganze Reihe von Fällen bekannt, in denen die isolierten Blätter nicht nach dem Typus I regenerieren. Die hierher gehörigen Blätter, deren Zahl sich durch ausgedehntere daraufhin gerichtete Untersuchung jedenfalls noch erheblich vermehren lassen wird, bilden also Wurzeln und Sprosse nicht an der Basis, sondern an irgend einem anderen Punkte des Stieles oder der Spreite (Typus II). Wenn wir die zu diesem Typus gehörigen Fälle überblicken, dann fällt sofort auf, dass häufig ein bestimmter Punkt des Blattes vorzugsweise als Ausgangspunkt der Regeneration dient, nämlich diejenige Stelle, wo die Hauptblattnerven zusammenlaufen, also die Ansatzstelle der Lamina an den Blattstiel oder, wie wir sie, um eine kurze Bezeichnung zu haben, nennen wollen, der Stielpunkt der Blattspreite. Die Fälle, in denen die blattbürtigen Sprosse an diesem Punkte entstehen, wollen wir als Typus IIa denjenigen gegenüberstellen, wo die Sprosse weder an der Basis des Blattes, noch am Stielpunkt der Spreite erscheinen (Typus IIb).[1])

Den Typus IIa vertritt vor allem die häufig untersuchte *Begonia rex* (vgl. VÖCHTING 878, S. 92, REGEL 876, S. 447, HANSEN 881, S. 180, WAKKER 885, S. 5, GOEBEL 902, S. 426 u. a.) und verschiedene andere Arten der Gattung *Begonia*. Ferner fand ich ihn gelegentlich einmal bei *Lophospermum erubescens*, das sonst sehr leicht und sicher nach Typus I regeneriert. Sonst scheint er als Typus für regenerative Knospenbildung auf Blättern nicht häufig zu sein, mir ist kein weiterer Fall bekannt. Umsomehr ist zu beachten, dass bei mehreren Pflanzen der Stielpunkt der Blattspreite der Ort normaler blattbürtiger Knospen ist. So vor allem wieder bei mehreren Begonien, z. B. *Beg. coriacea*, *Beg. involucrata* u. a. Ferner bei der Saxifragacee *Tolmiea Menziesii* (vgl. KERNER 898 II, S. 37), bei *Nymphaea stellata* var. *bulbillifera* (GOEBEL 902, S. 424) u. a.

Damit, dass bei diesen Pflanzen normal blattbürtige Knospen auf dem Stielpunkte der Spreite vorkommen, ist nun freilich nicht gesagt, dass sie sich auch bei der Regeneration nach dem Typus IIa verhalten. *Begonia involucrata* z. B., die einzige hierhergehörige Pflanze, die ich bisher untersuchen konnte, regeneriert durchaus nach Typus I, obwohl ihre Blätter, oft sogar schon ganz jugendlich, sehr dazu neigen, Knospen an der Ansatzstelle der Lamina an den Stiel zu erzeugen. Selbst wenn man Blätter isoliert und mit der Stielbasis in Sand steckt, die schon deutliche Anlagen junger Sprosse

1) Als III. Typus kämen dazu noch diejenigen Blätter, bei denen die Knospen gar nicht auf dem Blatte oder dem von ihm gebildeten Callus selbst entstehen, sondern auf den von dem Blatte erzeugten Wurzeln. Soviel mir bekannt, hat nur VÖCHTING (900, S. 124) einen hierher gehörigen Fall (*Thladiantha dubia*) beschrieben. Die Zahl der nach Typus III regenerierenden Blätter dürfte aber ziemlich erheblich sein, wie eine eingehendere Prüfung der normal Wurzelknospen bildenden Pflanzen ergeben wird.

auf dem Stielpunkt ihrer Blattspreite erkennen lassen, selbst dann erscheinen kurze Zeit nach den Wurzeln an der Stielbasis Regenerationsknospen, die sich lebhaft entwickeln, während das ganze Mutterblatt mitsamt den spreitenständigen Knospen zu Grunde geht. Ob sich die anderen erwähnten Pflanzen, insbesondere *Tolmiea*, ebenso verhalten, hoffe ich noch untersuchen zu können. —

Was endlich den Typus IIb anbelangt, so haben wir auch da wieder zu unterscheiden zwischen den Fällen, wo an den verschiedensten Teilen des Blattes regenerative Sprossbildung einsetzt, und denjenigen, wo normal und spontan blattständige Knospen auftreten. die schon im embryonalen Zustande des Blattes angelegt werden. Dahin gehören vor allem *Bryophyllum calycinum* und *crenatum*, ferner *Cardamine* und *Nasturtium* (nach BEIJERINCK 886, S. 56), *Utricularia* (nach GOEBEL 889, S. 41), die Farne mit blattbürtigen Knospen und wahrscheinlich noch die Mehrzahl der anderen bekannten Fälle, die noch der näheren Untersuchung harren, wie *Lycopersicum* (DUCHARTRE 853, S. 241), *Malaxis* (KERNER 898 II, S. 33) u. s. w.

Alle diese Fälle gehören streng genommen nicht zu den Regenerations-Erscheinungen. Wenn an dem isolierten Blatt von *Bryophyllum* die vorgebildeten blattrandständigen Knospen austreiben, so ist das ein Vorgang, der dem Austreiben ruhender Achselknospen an isolierten Stengelstücken durchaus entspricht. Von regenerativer Sprossentwickelung aber können wir nur dann reden, wenn infolge der Isolierung Zellen, die im normalen Verlaufe der Entwickelung niemals zu Sprossanlagen geworden wären, sich zu solchen umgestalten[1]).

Das ist nun bei *Torenia* der Fall. Da ist, wie wir sehen, der Ort, an dem die Regenerations-Sprosse sich bilden, durchaus nicht auf die Stielbasis oder auf die Region beschränkt, wo Blattstiel und Spreite ineinander übergehen, sondern beliebige Zellen über den Hauptnerven können zu Vegetationspunkten werden. Mir sind nur zwei verbürgte Fälle bekannt, die sich ebenso oder wenigstens in den Hauptpunkten ebenso wie *Torenia* verhalten, und die daher auch zu Typus IIb zu rechnen sind.

1) Das Gleiche gilt natürlich für die sich nach Typus IIa verhaltenden Pflanzen. Sind die auf ihren Blättern entspringenden Knospen nur meristematisch gebliebene Reste aus dem embryonalen Zustande des Blattes, so können wir nicht von Regeneration reden. Handelt es sich dagegen um nachträgliche Neuentstehung, so ist das ein regenerativer Vorgang, auch wenn er sich in der „normalen“ Entwickelung noch so oft und sicher wiederholt. Denn für die Beurteilung ist es natürlich gleichgültig, ob der Experimentator durch einen Schnitt das Blatt isoliert oder ob das die Pflanze selbst besorgt, sei es durch Abstossen des Blattes oder Vertrocknen oder Verfaulen des Blattstieles, oder auch nur dadurch, dass, etwa infolge von Alterserscheinungen, die betreffenden Elemente nicht mehr imstande sind, den Stoffaustausch zwischen Blatt und Achse oder die Vermittelung korrelativer Reize zwischen beiden in normaler Weise zu leisten.

Der eine betrifft wieder Begonien. So gibt z. B. REGEL (876, S. 450) von *Beg. quadricolor* an: „Bei dieser Art traten die Knospen an den im Spätherbst 1874 gesteckten Blättern nicht nur an den angeschnittenen Stellen, sondern auch sonst allenthalben auf den Blattrippen der Oberseite hervor, ja ich sah sogar auf einigen alten, noch am Mutterstocke befindlichen Blättern Adventivknospen entwickelt und zwar sowohl an der Übergangsstelle vom Blattstiel in die Spreite, als auch auf den einzelnen Nerven zerstreut.“ Hiernach scheinen also manche Begonien in der Tat auch ohne vorhergegangene Verletzung der Spreite an den verschiedensten Stellen Knospen bilden zu können. Doch wäre hier bei einer Nachuntersuchung genau darauf zu achten, ob nicht durch Absterbungsprozesse oder sonstwelche Störungen unterhalb der neuentstandenen Sprosse vorher etwa eine Basis entstanden war, wie ein solches partielles, d. h. nicht gleichzeitig an allen Teilen der Spreite erfolgendes Absterben bei alternden Blättern ja häufig zu beobachten ist.

Der andere Fall betrifft die Gattung *Drosera*. Von mehreren Arten dieser Gattung ist es schon längst bekannt, dass ihre Blätter sich, isoliert, mit Knospen bedecken (man vergleiche die Angaben von HEINRICHER 902, S. 21, daselbst auch die ältere Litteratur). Aber nur BEIJERINCK (886, S. 120), der übrigens das Gleiche auch für *Dionaea muscipula* angibt, weist ausdrücklich darauf hin, dass die Knospen „aus der Mitte der Oberseite reifer Blätter, oberhalb der Verzweigungsstellen dicker Nerven vollständig exogen“ entstehen, ohne dass ein Grund für die Annahme vorläge, „dass hier embryonale Zellgruppen oder etwa ruhende Knospen, welche schon seit dem Meristemzustand des Blattes existierten, zur Entwickelung gelangten.“

Ich habe *Drosera capensis* genauer untersucht. Die Sprosse lassen sich hier in der Tat nicht auf embryonal gebliebene Zellherde zurückführen, sie entstehen aus normal differenzierten Epidermiszellen an beliebigen Punkten der Blattoberseite, gewöhnlich auf oder neben den Mittelnerven, bald der Spitze, bald dem Stielpunkt der Spreite genähert, bis zu drei auf einem Blatt. Beachtenswert ist dabei, dass der Blattstiel sich niemals an der Regeneration beteiligt, wenn man ein ganzes Blatt zu dem Versuche benutzt. Und doch ist auch er zur regenerativen Sprossbildung befähigt, wenn er allein, losgetrennt von der Spreite, in die geeigneten Bedingungen gebracht wird. —

Wenn sich nun auch *Torenia* hinsichtlich des Regenerationstypus an diese beiden Fälle anschliesst, so zeigen doch die drei Gattungen in ihrem Verhalten Unterschiede, die vielleicht nicht unwesentlich sind. Sie betreffen das Verhältnis zwischen Wurzel- und Sprossbildung. *Torenia* und *Drosera* zeigen darin ein entgegengesetztes Verhalten, während *Begonia* eine Mittelstellung einnimmt.

Isolierte Blätter von *Drosera capensis* bewurzeln sich an der

Basis überhaupt nicht, die auf ihrer Spreite entstehenden Sprosse erhalten sich dann späterhin durch eigene Adventivwurzeln, während das Mutterblatt abstirbt. Die *Torenia*-Blätter dagegen bewurzeln sich sehr leicht und rasch an ihrer Basis, aber die von ihnen regenerierten Sprosse sind, wenn sie nicht künstlich von dem Blatte getrennt und sehr sorgfältig behandelt werden, nicht imstande, selbst Wurzeln zu bilden. Sie sterben mit dem Mutterblatt ab und sorgen für die Erhaltung der Spezies dadurch, dass sie sehr rasch, ehe das Mutterblatt zu Grunde geht, zur Blüten- und Samenbildung schreiten. Teleologisch wäre dies Verhalten also leicht verständlich, und es ist in der Tat nicht unmöglich, dass zwischen der mangelnden Befähigung, Wurzeln zu bilden, sich also auf vegetativem Wege zu erhalten, und dem frühzeitigen Blühen ein korrelatives Verhältnis komplizierterer Art besteht.

Wieder anders verhält sich *Begonia*. Bei ihr bewurzelt sich das Mutterblatt, aber auch die auf ihm hervorsprossenden Knospen tragen von Anfang an selbständig Wurzeln und bleiben daher, günstige Bedingungen natürlich vorausgesetzt, beim Verfaulen des Tragblattes erhalten.

Endlich sei noch erwähnt, dass Blätter, die normal nach dem Typus II b angeordnete Sprosse tragen, wie *Bryophyllum*, *Cardamine* u. s. w. sich bei der Regeneration durchaus nicht auch dem Typus II b entsprechend verhalten müssen. Es ist im Gegenteil für *Cardamine pratensis* durch VÖCHTING (878, S. 104) und für *Bryophyllum crenatum* durch GOEBEL (902, S. 396) nachgewiesen, dass sie nach Typus I regenerieren, ein weiterer Beweis dafür, dass die Aktivierung schon vorhandener ruhender Anlagen durchaus von der regenerativen Neubildung von Anlagen zu trennen ist. —

Die beigegebenen Abbildungen wurden von Herrn Universitätszeichner GENTER nach den lebenden Objekten unter meiner Aufsicht ausgeführt.

Tübingen, Botanisches Institut, Februar 1903.

Literatur-Verzeichnis.

M. W. BEIJERINCK (886), Beobachtungen und Betrachtungen über Wurzelknospen und Nebenwurzeln. Amsterdam 1886.

P. DUCHARTRE (853), Note sur les feuilles ramifères des Tomates. Ann. des sciences natur. botan. 3. sér., Bd. 19, 1853, S. 241—251, Taf. XIV.

K. GOEBEL (889), Über die Jugendzustände der Pflanzen. Flora, Bd. 72, 1889, S. 1.

— (891), Morpholog. und biolog. Studien. V. *Utricularia.* Annales du Jard. de Buitenzorg. Bd. 9, 1891, S. 41—119.

— (898), Organographie der Pflanzen. Jena 1898—1901.

— (902), Über Regeneration im Pflanzenreich. Biolog. Centralblatt, Bd. 22, 1902, S. 385.

E. HANSEN (881), Vergleich. Untersuchungen über Adventivbildungen bei den Pflanzen. Abhandl. der SENCKENBERG. naturf. Gesellsch. Bd. 12, 1881, S. 147—198. Mit 9 Taf.

E. HEINRICHER (899), Über die Regenerationsfähigkeit der Adventivknospen von

Cystopteris bulbifera (L.) Bernhardi und der *Cystopteris*-Arten überhaupt. Festschrift für SCHWENDENER. Berlin 1899, S. 150—164, Taf. VI.
E. HEINRICHER (900), Nachträge zu meiner Studie über die Regenerationsfähigkeit der *Cystopteris*-Arten. Ber. der deutschen bot. Gesellsch. Bd. 18, 1900, S. 109—121. Taf. IV.
— (902), Zur Kenntnis von *Drosera*. S.-A. aus der Zeitschrift des Ferdinandeums. III. Folge, 46. Heft, 1902, S. 29, 2 Taf.
A. KERNER VON MARILAUN (898), Pflanzenleben. 2 Bde, Leipzig 1898.
G. PALISA (900), Die Entwickelungsgeschichte der Regenerationsknospen, welche an den Grundstücken isolierter Wedel von *Cystopteris*-Arten entstehen. Ber. der deutschen botan. Gesellsch. Bd. 18, 1900, S. 398—410. Taf. XIV.
O. PENZIG (894), Pflanzen-Teratologie. 2 Bde., Genua 1894.
F. REGEL (876), Die Vermehrung der Begoniaceen aus ihren Blättern. Jen. Zeitschrift f. Naturwissenschaft. Bd. 10, 1876, S. 447—492. Taf. XV—XVII.
J. SACHS (892), Physiologische Notizen I. Flora Bd. 75, 1892, S. 1—8..
H. VÖCHTING (878), Über Organbildung im Pflanzenreich. Bd. 1. Bonn 1878.
— (900), Zur Physiologie der Knollengewächse. Jahrb. für wissensch. Botanik. Bd. 34, 1900, S. 1—148.
J. H. WAKKER (885), Onderzoekingen over adventieve Knoppen. Acad. proefschrift Amsterdam 1885.
R. VON WETTSTEIN (891), Scrophulariaceae. ENGLER-PRANTL, Pflanzenfamilien. IV. Teil, 3 Abt. b, Leipzig 1895.

16. Hugo Fischer: Mikrophotogramme von Inulinsphäriten und Stärkekörnern.

Mit Tafel VI.

Eingegangen am 18. Februar 1903.

Als ich meine Abhandlung: Über Inulin, sein Verhalten ausserhalb und innerhalb der Pflanze, nebst Bemerkungen über den Bau der geschichteten Stärkekörner[1]) veröffentlichte, in welcher ich auf die grosse Ähnlichkeit zwischen den in Gummi unter Deckglas gezüchteten Inulinsphäriten und den geschichteten Stärkekörnern hinwies — damals verzichtete ich auf die Beigabe von Abbildungen. Einmal war es mir noch nicht gelungen, den nach Analogie vermuteten Bau der geschichteten Stärkekörner sichtbar zu machen (BÜTSCHLI und wohl auch ARTHUR MEYER hatten solche Präparate bereits beschrieben, nur in etwas anderer Auffassung), es fehlte mir also an geeigneten Vergleichsobjekten für die Darstellung. Dazu kam ein zweiter Grund: Zeichnungen unterliegen leicht dem Verdacht der Subjektivität, und zum Photographieren mangelte das Wichtigste, der Apparat. Neuerdings war mir durch die Güte von Herrn Geheimrat WOHLTMANN eine kürzlich für das Institut für

1) In FERD. COHN's Beitr. zur Biologie der Pflanzen. VIII. Bd., Breslau, 1898.

Bodenlehre und Pflanzenbau der Landwirtschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf angeschaffte ZEISS'sche Camera zur Verfügung gestellt, wodurch ich nun in den Stand gesetzt bin, das Versäumte nachzuholen; Herrn Geheimrat WOHLTMANN sei auch an dieser Stelle mein bester Dank ausgesprochen.

Die Photogramme sind bei verschiedenen Balglängen mit dem Apochromat für homogene Immersion 3 *mm*, 1,40 Apertur, und Projektions-Okular 4 aufgenommen.

Fig. 1 stellt zwei von naheliegenden Mittelpunkten aus entstandene, bald mit einander verwachsene Inulinsphärite bei Vergrösserung 300:1 dar. Die spaltenförmigen, radial gestellten und in Zonen angeordneten Hohlräumchen sind noch mit Wasser erfüllt, das Bild der Schichtung dem von Stärkekörnern äusserst ähnlich, nur mehrmals grösser; die Schichtung oder besser Zonenbildung fällt in der photographischen Wiedergabe weit deutlicher auf, als beim Sehen ins Mikroskop. An den Verwachsungslinien stossen teils gleichartige, teils ungleichartige Zonen aufeinander (vergl. meine Abhandlung, § 16, S. 71).

In Fig. 2 ist ein Sphärit dargestellt, von dem die Gummimasse sich fast ringsum zurückgezogen hat, und in dessen Spalten das Wasser grösstenteils verdunstet und durch Luft ersetzt ist; dass sie Luft enthalten, konnte an gleichartigen Objekten direkt beobachtet werden (l. c. S. 78). Infolge totaler Reflexion treten dieselben sehr scharf heraus, sie erscheinen deutlich als Sprünge in einer glasartig spröden Masse, aber weder als „Waben" noch als Zwischenräume zwischen „Trichiten". Die Vergrösserung beträgt, wie bei dem folgenden Bild, 500:1.

Fig. 3 zeigt einen Teil eines sehr grossen Sphäriten, der nach CORRENS „versilbert" wurde, d. h. mit Silbernitrat und Chlornatrium behandelt und dann dem Sonnenlicht ausgesetzt war; die winzigen, einzeln kaum wahrnehmbaren Silberkörnchen liegen reihenweise in den Spalten. Leider kann ich kein genau entsprechendes Bild von Stärkekörnern beifügen, da in den so viel kürzeren Spalten der letzteren die Radialstruktur nur selten und wenig deutlich zu sehen ist; grössere Sprünge, wie sie sehr oft in Stärkekörnern nach dem Austrocknen auftreten, sind nach entsprechender Behandlung meist dicht mit Silberkörnchen erfüllt[1]), ebenso wie die Korrosionsfiguren in den Amylumkörnern gekeimter Gerste (l. c. S. 81).

---

1) Ich bezweifle allerdings nicht, dass solche Niederschläge auch in der Substanz eines gequollenen Kolloïds ausfallen können; eine 5—10prozentige Gelatinelösung z. B. ist, obwohl bei kühler Temperatur leidlich starr, doch kein fester Körper in des Wortes verwegenster Bedeutung, sondern hat sehr wesentliche Eigenschaften einer Flüssigkeit, wie gequollene Kolloïde überhaupt; es wäre sehr wunderbar, wenn gegebenen Falles hier keine Ausfällung stattfände.

Deutlich treten aber die radialen Spalten in Fig. 4 und 5, die bei 900- bezw. 1000-facher Vergrösserung aufgenommen sind, hervor. Die Stärkekörner waren in ähnlicher Weise behandelt, wie dies BÜTSCHLI beschrieben hat, doch vermied ich jegliche Verquellung durch Anwendung höherer Temperatur, solange die Körner noch grössere Mengen Wasser enthielten. Kartoffelstärke wurde mit wenig Wasser befeuchtet, so dass ein dicker, kaum fliessender Brei entstand, den ich sodann mit seiner vielfachen Menge eines Gemisches von Xylol und absolutem Alkohol (1 : 1) übergoss, und zum Zwecke rascher Einwirkung öfters kräftig umschwenkte; nach mehrtägiger Pause übertrug ich etwas von der Stärke in reines Xylol, erwärmte kurze Zeit zum Siedepunkt, und tropfte mittels Pipette die Stärke auf Objektträger; diese wurden bis zum Abdunsten des Xylols in mässiger Wärme gehalten, dann schärfer erhitzt, die Stärke in geschmolzenen Kanadabalsam eingebettet und noch einmal bis zum Blasenwerfen erhitzt. Das Resultat der Behandlung waren Bilder wie die dargestellten, in denen ich nichts anderes als eine vollkommene Bestätigung meiner schon damals vermutungsweise ausgesprochenen Ansichten erblicken kann. In Fig. 4 sind die Spalten noch ziemlich grob und häufig über die Schichten selbst hinausgehend, wie das bei eingetrockneten Inulinsphäriten häufig zu beobachten ist; solche gröbere radiale Sprünge durchsetzen auch, hier regellos, die ältesten, innersten Schichten von Fig. 5, in einigen darauffolgenden Schichten aber sind die Spalten nicht länger, als die wasserreiche Schicht selbst, der sie angehören, breit ist.

Dass dieser Bau der Stärkekörner erst künstlich sichtbar gemacht werden muss, während er bei den Inulinsphäriten durch blosses Eintrocknen von selbst hervortritt, ist wohl so zu erklären, dass das Inulin eine relativ spröde, das Amylum selbst bei abnehmendem Wassergehalt noch eine plastische Masse ist — dieser Unterschied der beiden Substanzen ist keine blosse Annahme, sondern direkt zu beobachten; das lufttrockene Amylum ist freilich auch glasig-spröde — und dass beim gewöhnlichen Schrumpfen der Stärkekörner jene wasserführenden Spalten durch Zusammenziehung verschwinden. In dem geschilderten Verfahren liegt wohl eine der Fixage verwandte Erscheinung vor; ich nehme an, dass die Körner durch rasche Entwässerung ihrer äussersten Schichten so in ihrer Gesamtform festgelegt werden, dass bei fernerer Wasserentziehung keine weitere Schrumpfung des ganzen Kornes mehr erfolgen kann, es müssen also jene Spalten erhalten bleiben. Was in den hier sichtbar gemachten Spalten nun eigentlich enthalten ist, vermag ich nicht anzugeben; atmosphärische Luft ist es keinesfalls, da für diese (vgl. l. c. S. 84) die Amylumsubstanz absolut undurchlässig ist.

17. O. Rosenberg: Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze.

Mit Tafel VII.

Eingegangen am 20. Februar 1903.

Zur Erklärung der MENDEL'schen Spaltungsregel ist bekanntlich folgende Annahme gemacht worden. Der Bastard bildet so viele Arten von Pollenkörnern und Eizellen, als konstante Kombinationen der betreffenden Merkmale möglich sind[1]). Speziell für die Monohybriden gilt: Nach der Vereinigung der Sexualkerne der Eltern zur Bildung des Bastardes wird die Anlage für das eine Merkmal, das rezessive, durch die für das andere, dominierende Merkmal an der Entfaltung verhindert. Vor der Ausbildung der Sexualkerne tritt eine Trennung der beiden Anlagen ein, in der Art, dass die eine Hälfte der Sexualkerne die Anlage für das rezessive Merkmal erhält, die andere Hälfte die Anlage für das dominierende[2]). Mit anderen Worten, die Pollenkörner und Eizellen der Monohybriden sind keine Bastarde, sondern gehören rein dem einen oder dem anderen der beiden elterlichen Typen an[3]).

Diese Sätze sind experimentell abgeleitet worden. Es gilt jetzt den morphologischen Beweis dafür zu geben. Es würde also von Interesse sein zu prüfen, wie sich die Bastarde und wie sich speziell ihre Sexualorgane in cytologischer Hinsicht verhalten. Eine grosse Schwierigkeit für eine derartige Untersuchung liegt in dem Umstande, dass im allgemeinen die Kerne nahestehender, also Bastarde bildender Pflanzen keine grosse Verschiedenheiten zeigen. Indessen lässt sich eine für unsere Frage sehr wichtige Verschiedenheit in gewissen verwandten Arten beobachten. Die Anzahl der Chromosomen kann verschieden sein. JUEL[4]) gibt z. B. an, dass in *Antennaria dioica* etwa 40, in *Antennaria alpina* dagegen ungefähr 90 Chromosomen vorkommen. Hybriden aus solchen Stammarten würden für die betreffende Untersuchung sehr geeignet sein.

---

1) H. DE VRIES, Die Mutationstheorie. Bd. II, Heft 1, S. 186. Leipzig 1902.

2) C. CORRENS, G. MENDEL's-Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1900.

3) H. DE VRIES, l. c., S. 173.

4) H. O. JUEL, Vergleichende Untersuchungen über typische und parthenogenetische Fortpflanzung bei der Gattung *Antennaria*. K. Svenska Vet. Ak. Handlingar, Bd. 33, 1900.

Von Pflanzenhybriden sind indessen in cytologischer Hinsicht nur sehr wenige untersucht worden. Es ist eigentlich hier nur die Arbeit von JUEL[1]) anzuführen. In dem von ihm beschriebenen Falle war jedoch die Anzahl der Chromosomen der Eltern gleichgross, die Objekte sind also nicht für unsere Zwecke brauchbar. Jedoch könnten auch derartige Hybriden zur Lösung unserer Frage führen, wenn nur die Chromosomen der Eltern morphologisch verschiedenartig wären. Dies ist aber im allgemeinen nicht der Fall.

Auf zoologischem Gebiete finden sich einige Arbeiten über das Verhalten der Chromosomen in Hybriden. Es ist besonders die Arbeit von HERLA[2]) über *Ascaris*-Hybriden zu erwähnen. Dieselbe behandelt u. a. die hybride Befruchtung von *Ascaris megalocephala bivalens* und *univalens*. Diese Formen enthalten, die eine 4, die andere 2 Chromosomen in den somatischen Zellen, demnach 2 resp. 1 in den Spermatozoen und Eiern. Die entstandene Hybride zeigte 3 Chromosomen in den Kernen. Das Verhalten der Kerne in der Spermatogenese konnte nicht ermittelt werden, da diese Hybride nicht Sexualorgane bildet.

In einer früheren Arbeit[3]) habe ich die cytologischen Verhältnisse von *Drosera rotundifolia* beschrieben. Ich nahm später auch Untersuchungen mit *Drosera longifolia* vor und fand dabei, dass letztere Art eine doppelt so grosse Chromosomenzahl wie erstere besass. Schon dieser Umstand ist von besonderem Interesse, denn es sind nur wenige Beispiele bekannt, wo zwei Arten ein und derselben Gattung eine verschiedene Chromosomenzahl zeigen. JUEL führt, wie schon erwähnt, ein ebensolches Beispiel bei *Antennaria dioica* und *Antennaria alpina* an.

Interessant ist es nun nachzuforschen, wie sich eine Hybride zwischen *Drosera rotundifolia* und *Drosera longifolia* verhält. Tatsächlich findet man hier und da auf den Mooren, wo diese Arten nebeneinander wachsen, Individuen, welche ganz sicher als Bastarde zwischen denselben aufgefasst werden müssen. Diese Hybride ist schon lange bekannt und vielfach beschrieben worden. Sie war jedoch vorerst als eine Varietät *obovata*, unter *Drosera longifolia* gestellt worden. Später jedoch hat man ihre hybride Natur erkannt. Eine genauere Untersuchung derselben, sowohl ihrer äusseren Morphologie, wie auch ihren cytologischen Verhältnissen nach, zeigt dies sofort.

Ich fand dieselbe während eines Aufenthaltes in Tromsö im

1) H. O. JUEL, Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. 35, 1900.

2) V. HERLA, Étude des variations de la mitose chez l'ascaride mégalocéphale. Archives de Biologie, Bd. 13, 1893.

3) O. ROSENBERG, Physiologisch-cytologische Untersuchungen über *Drosera rotundifolia* L. Upsala 1899.

nördlichen Norwegen 1900 und 1902 und zwar auf einem Moore, wo die beiden Stammarten gemischt vorkamen. In einem naheliegenden Moore, wo nur *Drosera longifolia* wuchs, noch dazu in weit grösserer Menge, konnte ich keine Spur von der Hybride finden.

Wie gesagt unterscheiden sich die Eltern dieser Hybride auch in Bezug auf ihre Chromosomenzahl. Es ist uns hier also ein sehr günstiges Objekt gegeben, welches genau den Voraussetzungen, welche wir für die Lösung unseres Problems für nötig aufgestellt haben, entspricht. Auch in anderer Hinsicht ist diese Hybride ein vorzügliches Untersuchungsobjekt. Die Chromosomen sind sehr kurz, wodurch die Zählung derselben erleichtert wird.

Wir werden im folgenden zuerst die beiden Eltern in cytologischer Hinsicht charakterisieren und dann eine Beschreibung der Hybride geben.

Die Kernteilung bei Drosera rotundifolia und Drosera longifolia.

Drosera rotundifolia. Die Kernteilung in den verschiedenen Organen dieser Pflanze habe ich schon früher beschrieben[1]). Sie unterscheidet sich nicht von dem gewöhnlichen Schema der typischen Kernteilung. Die Chromosomen sind in der Metaphase ziemlich kurz. Schon frühzeitig wird die Längsspaltung derselben sichtbar. Die Anzahl der Chromosomen beträgt nach meiner jetzigen Untersuchung 20 (Fig. 1). Ich habe Exemplare aus verschiedenen Gegenden (Deutschland, Norwegen und Schweden) untersucht und immer fast ausnahmslos dieselbe Zahl gefunden. Sowohl an den Wurzeln wie in den Geweben des Stammes, des Blattes und der Blüte habe ich die Chromosomenzahl 20 gefunden. Wenn ich in meiner genannten Arbeit 16 Chromosomen für *D. rotundifolia* angegeben habe, so beruht dies auf einer fehlerhaften Zählung, die hier leicht vorkommen kann, besonders wenn man die Präparate mit Safranin - Gentianaviolett färbt. Ich habe gefunden, dass für diese Objekte HEIDENHAIN's Eisenhämatoxylinmethode weit vorteilhafter ist, da hierdurch die Chromosomen bei genügender Differenzierung mit Eisenalaun sehr scharf voneinander unterschieden werden können. Die folgenden Stadien der Kernteilung zeigen nichts besonderes und sind für unsere Aufgabe nicht von Belang.

In den Pollenmutterzellen verlaufen die Kernteilungen auch normal. In der Prophase zeigt sich ein typisches Synapsisstadium, später werden die Chromatinfäden dicker und nehmen ein perlschnurähnliches Aussehen an. Das Chromatin konzentriert sich mehr und mehr zu den Chromosomen, und schliesslich erscheinen diese als regelmässige Verdickungen in dem Lininfaden (Fig. 13). In

1) l. c.

dieser Prophase findet bekanntlich die Reduktion der Chromosomen statt. Diese Reduktion wird von mehreren Forschern als eine Vereinigung von je zwei Chromosomen angesehen. Tatsächlich findet man auch bei genügender Differenzierung mit Eisenalaun, dass die Chromosomen in diesem Stadium eigentlich Doppelchromosomen sind (Fig. 13). Hierauf gehe ich erst in der Beschreibung der Hybride näher ein. Schliesslich werden die verbindenden Lininfäden aufgelöst und die Chromosomen freigelegt. Letztere erweisen sich dann als sehr kurze Stäbchen oder sogar Kügelchen an der Kernwand.

Schon in diesem Stadium lässt sich die Chromosomenzahl ohne Schwierigkeit feststellen. Doch wird es noch leichter, dieselbe zu bestimmen, wenn die Chromosomen im Äquator angeordnet sind. Die Zahl der Chromosomen beträgt hierbei immer 10. Ich habe unter allen untersuchten Pollenmutterzellkernen keinen einzigen mit anderer Chromosomenzahl gefunden.

Die Spindelfiguren sind in Übereinstimmung mit der geringen Anzahl von Chromosomen sehr spitz und langgestreckt.

In der nächsten Teilung zeigen sich abermals 10 Chromosomen, und die Bildung der Pollenzellen verläuft dabei ganz typisch (Fig. 2).

Drosera longifolia. Die Kernteilungen in dieser Art verlaufen im grossen und ganzen so wie in *D. rotundifolia.* Eine Verschiedenheit besteht nur in der Anzahl der Chromosomen, die 40 betrug, also doppelt so gross war wie in *D. rotundifolia.* Die Äquatorialplatte in der Metaphase ist hier breiter als in der vorigen Art, und bemerkenswert ist, dass die Chromosomen deutlich kleiner sind, als dort (Fig. 4 u. 5). In den Pollenmutterzellen verhalten sich die Kerne so wie in *D. rotundifolia.* Die Spindeln sind jedoch breiter und endigen oft stumpf (Fig. 6), besonders im zweiten Teilungsschritte. Die Anzahl der Chromosomen ist 20 (Fig. 7); dieselben erweisen sich im Spiremstadium ebenfalls aus zwei Chromosomen zusammengesetzt.

Die Kernteilung in Drosera longifolia + rotundifolia.

Zunächst möchte ich den äusseren Bau dieser Hybride kurz charakterisieren. Die Pflanze unterscheidet sich besonders durch die Form ihrer Blätter ganz deutlich von ihren Eltern. Am meisten unterscheiden sich ihre Blätter von denen von *D. rotundifolia.* Sie sind spatelförmig oder umgekehrt eiförmig. Ihre Stellung ist auch abweichend. In *D. rotundifolia* liegen die Blätter bekanntlich horizontal, in *D. longifolia* stehen sie beinahe vertikal, in der Hybride nehmen sie eine Zwischenstellung ein. Dagegen ist die Anzahl der Fruchtblätter wie bei *D. longifolia* 4—5 (bei *D. rotundifolia* beträgt sie 3). Allerdings variiert wenigstens im arktischen Norwegen auch

die Anzahl der Fruchtblätter bei *D. rotundifolia*, so dass es hie und da auch 5 solche geben kann. In meinen Beschreibungen habe ich immer die Mittelzahl, welche sich aus den Messungen zahlreicher Blüten ergab, angegeben. Stets habe ich Exemplare aus derselben Gegend miteinander verglichen. Dabei fand ich, dass die Pflanze nicht genau intermediär ist, sondern im grossen und ganzen *D. longifolia* mehr ähnelt. Das war auch die Ursache, weshalb sie unter dem Namen *obovata* dieser Art als Varietät untergeordnet wurde.

Die Kernteilungen in den vegetativen Geweben unterscheiden sich nicht von denen bei den Eltern; nur ihre Chromosomenzahl und als Folge davon die Spindelform zeigten Verschiedenheiten.

Ich kann nicht entscheiden, welche Pflanze die Mutter der Hybride gewesen ist, da ich noch keine Kreuzung der beiden in Frage kommenden Arten vorgenommen habe. Nehmen wir an, es sei *D. longifolia* gewesen. Dann hätte das Ei vorerst 20 Chromosomen besessen, von dem männlichen Kerne der *D. rotundifolia* hätte es sodann 10 Chromosomen erhalten, folglich müsste der Kopulationskern 30 Chromosomen besitzen.

30 Chromosomen findet man tatsächlich überall in den vegetativen Geweben der Hybride vor. In den verschiedensten Organen, Wurzeln, Stamm, Blättern und Blütenteilen habe ich immer 30 Chromosomen gezählt (Fig. 8). Nur in den Tapetenzellen habe ich ein Paar Kerne mit höherer Anzahl, ca. 40 Chromosomen gefunden. Hier kommen ja auch bei anderen Pflanzen Schwankungen der Chromosomenzahl vor. Die Spindelfigur wird infolge der grösseren Chromosomenzahl breiter als in *D. rotundifolia*, aber spitzer als in *D. longifolia*. Sonst verhält sich der Kern ebenso wie in den Stammarten.

Interessant müsste eine Untersuchung des Verhaltens der Chromosomen bei der Bildung der Pollenzellen sein. JUEL kommt zu dem Resultate, dass die Kernteilungen in den Pollenmutterzellen anormal verlaufen.

Bei unserer Hybride ist der Verlauf der genannten Teilungen in den weitaus meisten Fällen ganz normal und unterscheidet sich nur in einem Punkte von dem gewöhnlichen Schema. Die Zahl der Chromosomen wechselt nämlich, und zwar so, dass sowohl die erwartete Anzahl 15, wie auch die bei den Eltern (10 und 20) hierbei vorkommen. Es scheint mir dieser Befund von Interesse zu sein, und ich werde daher genauer auf die genannten Teilungen eingehen.

Wie in den Stammarten verweilt der Pollenmutterzellkern ziemlich lange in einem Ruhestadium; derselbe hat dabei ein netzförmiges Kerngerüst und einen grossen Nucleolus. Später zeigte sich ein typisches Synapsisstadium (Fig. 9).

Aus diesem Stadium tritt das Kerngerüst in Form von dickeren

Fäden und später in eine Art Spiremstadium ein. Das Chromatin konzentriert sich jetzt in Klumpen in den Lininfäden, wobei diese ein grob perlschnurartiges Aussehen haben (Fig. 11, 14). Wenn man jetzt solche Kerne nach HEIDENHAIN's Hämatoxylinmethode färbt und mit Eisenalaun stark differenziert, so bekommt man Figuren, die vom Herkömmlichen ziemlich abweichen (Fig. 14). Jede Chromatinmasse oder jedes Chromosom zeigt sich durch eine quer durch den Spiremfaden gehende hellere Zone in zwei Chromosomen geteilt. Später, wenn der Spiremfaden in Chromosomen zerfällt (Fig. 10), zeigt sich diese Zusammensetzung der Chromosomen aus zwei ganz deutlich, und bei genügender Differenzierung bemerkt man jetzt, dass jedes dieser Teilchromosomen wiederum geteilt ist und zwar so, dass sich das ganze Chromosom dabei als längsgeteilt zeigt (Fig. 12). Ich glaube, dass diese Struktur in Zusammenhang mit der Reduktion der Chromosomen steht. Die ursprünglichen Chromosomen verbinden sich hierbei so, dass je zwei ein Zwillingschromosom bilden. Letzteres ist also bivalent. Es finden sich jetzt überall nicht 30, sondern 15 Chromosomen. Ausgenommen von dieser Regel sind die später zu beschreibenden Fälle, in denen die Chromosomenzahl der Eltern, 10 und 20, als reduzierte Anzahl auftritt. Die Chromosomen sind jetzt kurz und dick und können daher ziemlich leicht gezählt werden.

Es entsteht eine mehrpolige Spindelanlage, welche später bipolar wird. Die Chromosomen ordnen sich im Äquator und gehen hier auseinander, um die Tochterkerne zu bilden (Fig. 16).

In den Tochterkernen kann man die Chromosomen gleichfalls mit Leichtigkeit zählen. Dabei wird man auf eine merkwürdige Erscheinung aufmerksam. Unter den Chromosomen, welche im allgemeinen ziemlich kurz sind und eine deutliche Längsteilung zeigen, sieht man hier und da welche, die an die Vierergruppen in den Spermatocyten der Tiere erinnern (Fig. 17). Dabei ist die Möglichkeit ausgeschlossen, dies darauf zurückzuführen, dass ein längsgeteiltes Chromosom mit den Enden zusammengebogen sein könnte. Hiervon wird weiter unten gesprochen. Zwischen den Tochterkernen sind die Verbindungsfasern ausgespannt, im Äquator wird die Anlage einer Zellplatte sichtbar, welche jedoch erst nach dem zweiten Teilungsschritt fertig gestellt wird.

In dem zweiten Teilungsschritt sind die Spindelfiguren ziemlich breit und an den Polen abgeplattet (Fig. 19), wie dies auch in *D. longifolia* der Fall ist. Merkwürdig ist die schon erwähnte, verschiedenartige Gestalt der Chromosomen. Einige sind breit und dick und zeigen deutlich, dass sie aus vier Teilchromosomen bestehen (Fig. 20), andere dagegen sind schmal und bestehen aus zwei Chromosomenhälften. Ich habe nicht mit Bestimmtheit feststellen

können, ob diese Verschiedenheit nur in den Kernen mit 15 Chromosomen vorkommt oder auch in anderen. Es ist schwer, die Anzahl der Chromosomen bei Seitenansicht festzustellen. Doch scheint mir die Annahme nicht unbegründet zu sein, dass wir in dem Vorkommen der Vierergruppen im zweiten Teilungsschritt einen Ausdruck der Hybridität sehen können. Bei dieser Tetradenteilung scheint der Zusammenhang der ursprünglichen 20 + 10 Chromosomen der Hybride aufgelöst zu werden.

Die Tochterkerne bilden sich in gewöhnlicher Weise aus und werden von den bekannten Fasersystemen verbunden (Fig. 22). In einigen Pollenmutterzellen, doch noch lange nicht den meisten, sieht man Chromosomen, die am Äquator zurückgeblieben sind. Diese Erscheinung kommt sowohl im ersten, wie im zweiten Teilungsschritt vor (Fig. 16, 22).

Die Weiterbildung der Pollenzellen habe ich nicht näher verfolgen können, doch scheinen sie ganz typisch entwickelt zu werden.

In vielen Fällen habe ich 20 Chromosomen in den Tetradenteilungen gefunden (Fig. 10); letztere verlaufen auch ganz wie in *D. longifolia*. In ein paar Fällen aber fand ich Teilungsfiguren mit 10 Chromosomen (Fig. 15).

Ich muss jedoch erwähnen, dass die Anzahl der Teilungsfiguren, in denen ich die Chromosomen habe zählen können, nicht gross genug war, um genauere Auskunft über die Verteilung der verschiedenen Kernarten zu geben. Ich hoffe diesen Punkt später noch ausführlicher behandeln zu können.

Auch diese Kerne teilen sich normal. In dem Spiremstadium nimmt man deutlich eine Querteilung der Chromosomen wahr und später auch eine Längsteilung. Die Spindelfiguren sind wie im vorigen Falle beschaffen, und die Tochterkerne zeigen deutlich längsgeteilte Chromosomen.

Die Pollenmutterzellen einer Anthere oder eines Antherenfaches weisen nicht immer die gleiche Anzahl Chromosomen auf, sondern man findet, dass in demselben Antherenfache alle drei Kernarten vorkommen können. Ob in derselben Pollenmutterzelle auch die Tochterkerne wiederum eine ungleiche Anzahl Chromosomen besitzen können, das habe ich nicht weiter beobachten können. Diese Frage ist aber besonders interessant, weil ihre Lösung einen Einblick in die Spaltung der Chromosomenhaufen zulassen würde.

Wie die Tetradenteilung bei der Embryosackbildung verläuft, konnte ich nicht untersuchen, da mein Material die betreffenden Stadien nicht enthielt.

Die erwähnten Erscheinungen bei der Kernteilung in der *Drosera*-Hybride geben viele Anhaltspunkte für die Erörterung anderer Fragen.

Bekanntlich hat man bereits früher vom theoretischen Standpunkt aus das eigentümliche Verhalten der Nachkommen der Hybriden auf eine Spaltung der Hybridencharaktere, welche schon in den Pollenkörnern und dem Embryosack vorhanden sein sollte, zurückgeführt. Die oben angeführten eigenartigen Verhältnisse unter und in den Chromosomen sprechen tatsächlich für diese Annahme. Die verschiedenen Pollenkörner in unserer Hybride verhalten sich verschieden. Einige sind in Bezug auf ihren morphologischen Aufbau der Hybride ganz ähnlich, andere dagegen stimmen völlig mit einer der Stammarten überein. Ich bin mir ganz bewusst, zurzeit nur festgestellt zu haben, dass die Pollenkörner nur in der einen Eigenschaft den Stammarten oder der Hybride ähnlich sind, nämlich in der Chromosomenzahl. Was aber die Zahl der Chromosomen für die Art bedeutet, das wissen wir bis heute noch nicht.

Leider habe ich nicht experimentell untersuchen können, wie sich die Nachkommen dieser *Drosera*-Hybride verhalten. Und ehe gewisse Data hierüber vorliegen, sind weitere Schlüsse aus meinen Beobachtungen für unsere Frage unsicher. In folgender Hinsicht sind jedoch die Verhältnisse in den Kernen besonders interessant: Es kommt nicht nur die reduzierte Chromosomenzahl der Stammarten in den Pollenmutterzellen der Hybride vor, sondern auch die Zahl 15 (red. von 30). Ferner, soweit ich habe untersuchen können, finden sich mit wenigen Ausnahmen (die indessen auf anormalen Kernteilungsverlauf zurückzuführen sind) nur die Zahlen der Eltern und der Hybride vor (20, 15 und 10). Dies zeigt, dass wenigstens für diese Hybride nicht die Annahme von der Bildung so vieler Arten von Pollenkörnern und Eizellen, als konstante Kombinationen der betreffenden Merkmale möglich sind, mit dem morphologischen Verhalten der Kerne übereinstimmt. Auch die Annahme von CORRENS[1]) betreffend Levkoyenbastarde, wonach nur zweierlei Sexualkerne entstehen, die einen mit allen Anlagen für die Merkmale der einen Sippe, die anderen mit allen Anlagen für die der anderen Sippe, kann nicht für unsere Hybride gelten, da tatsächlich drei Kernarten hier vorkommen. Wahrscheinlich verhalten sich verschiedene Hybriden sehr verschieden.

Zum Schlusse möchte ich noch eine andere Frage mit einigen Worten berühren.

Die Individualität der Chromosomen ist noch immer fraglich, d. h. man weiss nicht, ob die Chromosomen auch im Ruhestadium des Kerns als individualisierte Gebilde fortbestehen können, wieviele Untersuchungen man auch wenigstens auf zoologischem Gebiete hierüber angestellt hat. Mehrere Wege hat man gesucht, um dieses

---

1) CORRENS, C., Über Levkoyenbastarde. Bot. Centralbl. Bd. LXXXIV. 1900.

Problem zu lösen. Den sichersten Beweis für das Fortbestehen der Chromosomen hätte man jedenfalls dann erbracht, wenn man nachweisen könnte, dass sich dieselben auch im Ruhestadium des Kerns unterscheiden liessen. Rabl[1]) glaubt dies für die Epithelzellen der Salamander konstatiert zu haben.

Die oben angeführten Beobachtungen von Herla[2]) über das Verhalten des Kerns in *Ascaris*-Hybriden sprechen sehr für die Individualität der Chromosomen.

Es ist hier auch die Arbeit von Zur Strassen[3]) über die Rieseneier in *Ascaris* anzuführen, worin gezeigt wird, wie mehrere Eier sich zu einem Riesenei vereinigen und dann von Spermatozoiden befruchtet werden können. Die dadurch eintretenden Kernteilungen zeigen eine verschiedene Anzahl Chromosomen, je nach der Anzahl der kopulierten Eier und der eingedrungenen Spermatozoiden.

Ich muss gestehen, dass ich mir noch keine klare Ansicht über diese Frage habe bilden können. Die aus meinen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse sprechen indessen für die Annahme der Individualität der Chromosomen. Die Chromosomenzahl des Kopulationskerns, welche die Summe der reduzierten Chromosomenzahl der Eltern ausmacht, kehrt in allen folgenden typischen Kernteilungen wieder.

Gegen die Behauptung von der Individualität der Chromosomen könnten nun die Beobachtungen einer wechselnden Zahl der Chromosomen in den Pollenmutterzellen sprechen. Sollte wirklich die Annahme von der Individualität der Chromosomen richtig sein, so müsste das Zurückgehen zu der Zahl der Eltern durch eine abweichende Kernteilung geschehen, wobei der eine Tochterkern 20 und der andere 10 Chromosomen bekommen sollte. Wenn dagegen die Teilungen hier normal verliefen, so mussten die Chromosomenzahlen 20 und 10 durch eine Spaltung, resp. Verschmelzung entstanden sein; was mit anderen Worten bedeuten würde, dass die so entstandenen Kerne zwar die ursprüngliche Zahl der Stammarten besässen, dass aber diese Chromosomen mit den Chromosomen der Stammarten nicht gleichwertig seien.

Jedenfalls sind zur endgültigen Lösung dieser Frage noch weitere Untersuchungen nötig.

---

1) Rabl, C., Über Zellteilung. Morphologisches Jahrbuch, Bd X. 1885.

2) l. c.

3) Zur Strassen, O., Über die Riesenbildung bei *Ascaris*-Eiern. Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. VII. 1898.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren 1—3 und 13 beziehen sich auf *Drosera rotundifolia*, 4—7 auf *D. longifolia*, 8—12 und 14—22 auf *D. longifolia* × *rotundifolia*.

Fig. 1. Spindelfigur aus der Wurzelspitze in Polansicht.
„ 2. Pollenmutterzelle, zweiter Teilungsschritt.
„ 3. Polansicht dieses Stadiums.
„ 4. Äquatorialplatte, Polansicht und
„ 5. Spindelfigur aus der Wurzelspitze.
„ 6. Pollenmutterzelle, erster Teilungsschritt.
„ 7. Dasselbe, Polansicht.
„ 8. Äquatorialplatte aus der Wurzelspitze.
„ 9—15. Erster Teilungsschritt der Pollenmutterzelle.
„ 16—22. Zweiter Teilungsschritt der Pollenmutterzelle.

---

18. A. Schulz: Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen.

Eingegangen am 21. Februar 1903.

III. Spergularia und Spergula.

Während in der Blüte von *Scleranthus*[1]) die Staubgefässe epinastische und hyponastische Bewegungen ausführen, von denen entweder die einzige[2]) oder die zweite[3]) hyponastische Bewegung eine Berührung der Narben durch einen Teil der Antheren herbeiführt[4]), findet in der Blüte[5]) der von mir untersuchten Arten von *Spergularia* und *Spergula*[6]) nur eine freiwillige Auswärtsbewegung der Staubgefässe, und zwar während der Öffnungsbewegung des Perianthes, statt[7]). Eine freiwillige Einwärtsbewegung führen die Staubgefässe dieser Arten nicht aus. Sie werden aber bei der Schliess-

1) Vergl. diese Berichte 20. Bd. (1902), S. 580 u. f.

2) So bei *Scleranthus annuus* L.

3) So bei *Scleranthus perennis* L.

4) Bei *Scleranthus perennis* findet trotzdem in sehr vielen Blüten keine Bestäubung der Narben mit dem zugehörigen Pollen statt, da in diesen zurzeit der Berührung an keiner Anthere mehr ein Pollenkorn haftet.

5) Falls sich deren Perianth öffnet, vergl. das weiter unten Gesagte.

6) Beide Gattungen gehören zur Familie der Spergulaceen, welche meines Erachtens nicht als Unterfamilie der Alsinaceen betrachtet werden darf, sondern letzterer Familie gleichwertig ist.

7) Vergl. Anm. 1 auf folgender Seite.

bewegung des Perianthes[1]) von diesem nach innen gedrängt und an das Gynäceum angedrückt[2]). Hierdurch kommt fast[3]) in allen Blüten ein Teil[4]) der zu dieser Zeit noch mit mehr oder weniger Pollen bedeckten Antheren mit den Narben in Berührung und bestäubt diese. In sehr vielen, bei einigen Arten fast in allen Blüten springen die Pollensäcke aller Antheren oder eines Teiles derselben schon einige Zeit bevor oder während sich das Perianth öffnet auf. Da fast in allen diesen Blüten zu dieser Zeit ein Teil[4]) der offenen Antheren die — bereits konzeptionsfähigen — Narben berührt, so werden letztere in diesen fast stets auch schon jetzt bestäubt. In den — sehr zahlreichen — Blüten dieser Arten, deren Perianth sich nicht öffnet, werden die Narben nur auf diese Weise bestäubt.

Während fast bei allen Blüten von *Scleranthus perennis* und *Scleranthus annuus* das bei diesen beiden Arten ausschliesslich aus dem Kelche bestehende Perianth während des Blühens geöffnet ist und sich, einmal geöffnet, bis zum Abfallen der reifen Frucht nie wieder vollständig schliesst, bleibt, wie schon gesagt wurde, bei sehr vielen Blüten der untersuchten Arten von *Spergularia* und *Spergula* das bei diesen Arten regelmässig aus Kelch und Krone bestehende Perianth während des Blühens vollständig geschlossen. Bei denjenigen Blüten der zuletzt genannten Arten, deren Perianth sich öffnet, bleibt dieses längstens einige Stunden offen; durch Veränderung der Stärke der Beleuchtung wird nicht selten eine mehrmalige Schliess- und Öffnungsbewegung desselben herbeigeführt.

---

1) Nicht selten findet ein mehrmaliges Öffnen und Schliessen des Perianthes — und damit eine mehrmalige freiwillige Auswärtsbewegung der Staubgefässe — statt.

2) Wenn an einer Blüte von *Spergularia rubra* oder *Spergula arvensis*, während ihr Perianth geöffnet ist, die eine Seite desselben — sowohl Kelch als auch Krone — abgetragen wird, so verharren die vor den abgetragenen Perianthblättern stehenden Staubgefässe bis zu ihrem — meist im Laufe des folgenden Tages stattfindenden — Verwelken in derjenigen Stellung, welche sie während der Öffnungsbewegung des Perianthes angenommen haben, während die der anderen Seite bei der Einwärtsbewegung der Perianthblätter durch diese gegen das Gynäceum gedrängt werden. Wenn das Perianth der Blüten der genannten Arten, nachdem es sich in den ersten Nachmittagsstunden geschlossen hat, am Abend bis 9 oder 10 Uhr geöffnet wird, so entfernen sich die Staubgefässe mehr oder weniger — häufig ebenso weit wie vorher während des Geöffnetseins des Perianthes — von den Griffeln. Während der folgenden Nacht und des sich an diese anschliessenden Tages werden die episepalen Antheren durch die auswachsenden und teils in die Griffel, teils in das Gewebe der Antheren eindringenden Pollenschläuche fest an die Griffel angeheftet. Darauf werden sie durch den wachsenden Fruchtknoten von den Filamenten, welche sich nicht verlängern, sondern verwelken und vertrocknen, abgerissen.

3) Vergl. Anm. 9, S. 127.

4) Vorausgesetzt, dass mehr als die fünf episepalen Staubgefässe vorhanden sind; die episepalen Antheren kommen meist — vergl. die vorige Anmerkung — sämtlich mit den Narben in Berührung.

Von den von mir untersuchten Arten der Gattungen *Spergularia* und *Spergula* will ich im folgenden nur zwei, *Spergularia rubra* (L.) und *Spergula arvensis* L., behandeln.

Spergularia rubra (L.).

In der Zeit[1]) von der Mitte des Mai[2]) bis zur Mitte des September öffnet sich an den Tagen, an welchen entweder der Himmel ganz unbewölkt ist oder die Sonne sich hinter einem ganz dünnen Wolkenschleier befindet, das Perianth der meisten derjenigen Blüten, welche an den betreffenden Tagen blühen[3]), zwischen[4]) $9^1/_4$ und $10^3/_4$ Uhr vormittags[5]). Die schmalen, muldigen, aus einer graugrünen Mittelpartie und grauweissen oder schwach rosa gefärbten häutigen Randpartien bestehenden Kelchblätter bewegen sich recht schnell nach aussen, und zwar nicht selten so weit, dass sie mit dem Blütenstiele nur noch einen Winkel von ungefähr 45° bilden[6]). Die den Kelchblättern in der Länge nachstehenden, ungefähr elliptischen, muldigen, an der Innenseite lebhaft lila gefärbten Kronenblätter bewegen sich gleichzeitig mit diesen nach aussen, und zwar manchmal bis in eine zur Längsachse[7]) der Blüte ungefähr senkrechte Stellung, meist aber nicht ganz so weit. Die episepalen Staubgefässe[8]) neigen

1) Die folgende Darstellung gründet sich vorzüglich auf Beobachtungen, welche an verschiedenen Stellen der Umgebung von Kröllwitz und auf dem Tautz bei Diemitz unweit Halle a. S. gemacht wurden.

2) In früherer Jahreszeit habe ich die Blüten dieser Art nicht untersucht.

3) Jede der Blüten blüht nur an einem Tage.

4) Von der Mitte des Juli ab verspätet sich das Aufblühen von Woche zu Woche ein wenig.

5) Nach der Mitte des September öffnet sich das Perianth später; im Oktober öffnet es sich nach kühlen Nächten und starkem Taufall selbst bei wolkenlosem Himmel häufig erst um 12 Uhr.

6) Meist bilden sie mit dem Blütenstiele einen Winkel von 60—80°.

7) Diese befindet sich meist in ungefähr senkrechter Stellung.

8) Die Minderzahl der Blüten besitzt zwei normal ausgebildete fünfgliedrige Staubgefässkreise, einen äusseren epipetalen und einen inneren episepalen. In den meisten Blüten sind einige der zehn Staubgefässe nicht normal ausgebildet — diese besitzen meist die Gestalt kurzer Spitzchen — oder ganz geschwunden. Meist trifft die Reduktion nur den epipetalen Kreis, von welchem nicht selten kein Glied im funktionsfähigen Zustande oder überhaupt vorhanden ist; seltener sind ausser einigen epipetalen auch einige episepale Glieder oder alle epipetale und einige episepale Glieder zurückgebildet oder ganz geschwunden. Blüten, in denen gar kein Staubgefäss normal ausgebildet ist, sind selten. Je geringer die Anzahl der normal ausgebildeten Staubgefässe ist, desto geringer ist die Grösse des Perianthes und in der Regel auch die der übrigen Blütenteile selbst die der Anzahl der Samenanlagen. Die Blüten desselben Individuums besitzen entweder die gleiche oder fast die gleiche Staubgefässanzahl — und Perianthgrösse — oder weichen hinsichtlich der Staubgefässanzahl — und der Perianthgrösse — mehr oder weniger voneinander ab. Die Anzahl der Individuen der letzteren Art scheint etwas grösser

sich während der Auswärtsbewegung des Perianthes sehr schnell soweit nach aussen[1]), dass sie mit der senkrecht zur Längsachse der Blüte stehenden Blütenebene einen Winkel von ungefähr 60—65° bilden und den Fruchtknoten entweder nicht mehr oder nur noch mit dem untersten Teile[2]) ihrer Filamente berühren. Ihre Filamente[3]), welche in der Knospe, in der sie mit ihrem unteren, längeren Teile fest an dem ellipsoidischen Fruchtknoten anliegen, schwach nach aussen konvex gekrümmt sind, strecken sich während der Auswärtsbewegung in der Regel gerade; diejenigen derselben Blüte besitzen dann meist sämtlich eine gleiche oder fast gleiche Länge[4]). Die Pollensäcke ihrer — wie die der epipetalen Staubgefässe introrsen — Antheren[5]) springen gewöhnlich entweder während der Öffnungsbewegung des Perianthes oder — meist — schon vorher[6]), und zwar in beiden Fällen ohne bestimmte Reihenfolge, auf. Nach dem Aufspringen nähern sich die Wandungen der inneren Pollensäcke häufig so weit, bis sie vollständig aneinander liegen[7]), während sich die der äusseren nur soweit nähern, dass sie zusammen

---

als die der ersteren Art zu sein. Die Staubgefässe entspringen mit sehr wenig verschmälerter Basis niedrigen, aufrechten, im Querschnitte querelliptischen — die grosse Achse der Ellipse steht senkrecht zum Radius der Blüte —, dunkelgrünen, fettig glänzenden Vorsprüngen des die Fruchtknoteninsertion umgebenden Ringes.

1) Alle episepalen Staubgefässe einer Blüte neigen sich meist gleich weit nach aussen; seltener neigen sie sich, und zwar meist in derselben Weise wie die Staubgefässe von *Scleranthus perennis*, ungleich weit. In letzterem Falle besitzen sie, wie die Staubgefässe von *Scleranthus perennis*, ungleiche Länge. Trotz ungleicher Länge können sie ganz gleiche Neigung besitzen.

2) Die Filamentbasis pflegt ein wenig vom Fruchtknoten abzustehen.

3) Die an der Basis sehr wenig, nach der Spitze zu bedeutend verjüngten, grauweissen oder schwach graurosa gefärbten, hohlen episepalen Filamente besitzen im oberen Teile einen ungefähr kreisförmigen Querschnitt. Ihr unterer, längerer Teil — ungefähr $^2/_3$ ihrer Länge — erhält dadurch, dass er in der Knospe fest an den ellipsoidischen Fruchtknoten angedrückt ist, die Gestalt einer Mulde; die Wand derselben ist sehr dünn. Die episepalen Filamente sind nicht selten so breit, dass sie sich mit ihren Flanken einwärts von den epipetalen Filamenten berühren; noch häufiger als bei *Spergularia rubra* ist dies bei *Spergularia marginata* (DC.) der Fall.

4) Vergl. Anm. 1.

5) Die gelben Antheren besitzen einen ungefähr elliptischen Umriss. Ihre häufig ungleich grossen Hälften sind unten ungefähr bis zur Mitte, oben weniger weit voneinander getrennt und liegen entweder dicht aneinander oder stehen ein wenig voneinander ab. Die Hälften werden dicht oberhalb ihrer Mitte durch ein schmales, an der Aussenseite ungefähr halbkugelig vorspringendes Connectiv zusammengehalten. An den schwieligen Vorsprung setzt sich von unten her das Filament an.

6) Nicht selten öffnet sich der eine Teil der episepalen Antheren einer Blüte vor dem Beginne der Öffnungsbewegung des Perianthes, der andere während desselben oder nach demselben.

7) Häufig bleiben ihre Ränder etwas voneinander entfernt.

eine mehr oder weniger tiefe Mulde bilden[1]). Es ist somit der grösste Teil der Anthere mit — goldgelbem — Pollen bedeckt. Dadurch, dass das Schaltstück[2]) kollabiert und sich stark verdünnt[3]), erhalten die Antheren einen bedeutenden Grad von Beweglichkeit. Sie nehmen dann in sehr vielen Fällen zum Filamente eine ungefähr rechtwinklige Stellung an.

Die epipetalen Staubgefässe bewegen sich während der Öffnungsbewegung des Perianthes weiter als die episepalen nach aussen, und zwar gewöhnlich soweit, dass sie mit der Blütenebene einen Winkel von ungefähr 45 oder etwas mehr Graden bilden. Ihre Filamente, welche denen der episepalen Staubgefässe in der Länge und Dicke bedeutend nachstehen[4]), werden wie diese meist gerade; seltener bleiben sie schwach nach aussen konvex gekrümmt. Ihre Antheren, welche kleiner als die der episepalen Staubgefässe und nicht selten missgestaltet sind, springen, oft recht lange, nach letzteren auf; sie verhalten sich darauf ganz wie diese. Durch Kollabieren der zugehörigen Schaltstücke[5]) werden auch sie sehr beweglich.

Die drei kurzen, im unteren Teile ungefähr runden, im oberen ungefähr riemenförmigen und nach der abgerundeten Spitze zu in der Regel ein wenig verschmälerten oder verbreiterten Griffel[6]) sind zur Zeit des Beginnes der Auswärtsbewegung der Perianthblätter schon mehr oder weniger weit nach aussen geneigt und stärker oder schwächer nach innen konvex gekrümmt[7]). Während der Zeit des Geöffnetseins des Perianths neigen sie sich in der Regel noch stärker nach aussen[8]), oft fast soweit, dass sie mit der Längsachse der Blüte einen rechten Winkel bilden[9]); meist wird auch ihre Krümmung

1) In vielen Fällen berühren sie sich an ihren Enden.

2) Das Schaltstück hebt sich vor dem Beginne seines Kollabierens äusserlich vom Filamente nicht ab.

3) Das Kollabieren des Schaltstückes beginnt in der Regel bereits kurze Zeit bevor die Pollensäcke aufspringen und ist in der Hauptsache vollendet, wenn deren Wandungen ihre Bewegungen ausgeführt haben.

4) Ihr Bau gleicht dem der episepalen Filamente.

5) Diese gleichen denen der episepalen Staubgefässe.

6) Der Griffel ist an der Innenseite fast von der Basis ab mit kurzen Narbenpapillen dicht bedeckt. Diese treten schon unterhalb der Mitte auf die Flanken und auf die Ränder der Aussenseite über, auf welch letzterer sich die papillenbedeckte Partie bis zur Spitze verbreitert, an welcher der Griffel ringsherum mit Papillen besetzt ist. Die papillenbedeckte Partie des Griffels ist stumpf —, die papillenlose Partie desselben glänzend-graugrün gefärbt.

7) Sie sind in der Regel schon am Nachmittage vor dem Blühtage ein wenig nach aussen geneigt.

8) Vielfach bewegen sie sich jedoch garnicht oder fast garnicht; sie bilden häufig noch zu der Zeit, wenn das Perianth sich schliesst, mit der Längsachse der Blüte nur einen Winkel von ungefähr 30°.

9) Manchmal sind sie schon zur Zeit der Perianthöffnung fast so stark geneigt.

bedeutender. Sie kommen hierdurch, vorzüglich wenn sie oder der zugehörige Fruchtknoten recht lang und die episepalen Staubgefässe wenig geneigt sind, nicht selten — früher oder später — mit den mit ihnen ungefähr in gleicher Höhe befindlichen episepalen Antheren in Berührung und bestäuben sich hierbei — auch an den mit Narbenpapillen bedeckten Partien — mit deren Pollen.

Bei warmer, heiterer Witterung bleibt das Perianth nur wenige Stunden geöffnet; in den oben genannten Monaten pflegt sich das Perianth der meisten Blüten zwischen $12^1/_2$ und 2 Uhr zu schliessen. Je stärker und gleichmässiger die Beleuchtung[1]) ist, desto schneller schliesst sich das Perianth wieder[2]). Die Kronenblätter beginnen die Schliessbewegung desselben. Sie haben sich oft schon zu einem völlig geschlossenen oder nur noch an der Spitze offenen Ellipsoide zusammengezogen, bevor sich die Kelchblätter an ihre Aussenseite anlegen. Durch die sich nach innen bewegenden Perianthblätter, vorzüglich durch den Kelch, dessen Blätter sich mit ihren Hauträndern fest aufeinander legen und die Kronenblätter, welche sich, wie gesagt wurde, schon freiwillig weit zusammenneigen, noch weiter zusammendrängen[3]), werden die episepalen Staubgefässe, die seit der Öffnung des Perianthes ihre Stellung nicht verändert haben, nach der Blütenmitte zu gedrängt, und ihre zu dieser Zeit meist noch reich mit Pollen bedeckten Antheren an die sie meist ein wenig überragenden und häufig schon berührenden Griffel fest angedrückt. Hierdurch erfolgt regelmässig eine Bestäubung der Narben. Wie schon gesagt wurde, öffnen sich in den meisten Blüten entweder alle oder wenigstens einige episepale Antheren schon einige Zeit vor dem Beginne der Auswärtsbewegung der Perianthblätter. Da sie zu dieser Zeit die Griffel berühren, so werden diese, und zwar auch an den mit Narbenpapillen bedeckten, schon jetzt konzeptionsfähigen Partien, bestäubt. Es findet somit in den meisten Blüten eine zweimalige, in zahlreichen sogar eine dreimalige Bestäubung der Narben mit dem Pollen der zugehörigen Antheren statt. Bei einem Teile der sich öffnenden Blüten bleibt diese Selbstbestäubung die einzige Bestäubung. An insektenreichen Örtlichkeiten jedoch werden die

1) Auch die Wärme scheint nicht ohne Bedeutung für die Dauer des Geöffnetseins des Perianthes zu sein.

2) Nach Kerner von Marilaun (Pflanzenleben, 2. Bd., 2. Aufl. (1898), S. 193) öffnet sich (bei Innsbruck? — vergl. a. a. O. S. 197 — und in welcher Jahreszeit?) das Perianth zwischen 10 und 11 Uhr und schliesst sich zwischen 3 und 4 Uhr. (Es ist hierbei vorausgesetzt, dass die von Kerner als *Arenaria rubra* bezeichnete Pflanze *Spergularia rubra* (L.) ist. Letztere gehört nicht zur Gattung *Arenaria*, nicht einmal zur Familie der Alsinaceen.

3) Wird am Nachmittage der Kelch abgetragen, so gehen die Kronenblätter wieder ein wenig auseinander.

Blüten, welche zwar nur sehr schwach duften[1]), aber durch ihre lebhaft gefärbte Krone recht auffällig sind und meist reichlich Honig[2]) enthalten, bei günstiger Witterung nicht selten von zahlreichen Insekten, und zwar vorzüglich von kleinen Bienen, von Schlupfwespen, Wespen und Fliegen, hauptsächlich Schwebfliegen, besucht und bestäubt.

Die epipetalen Staubgefässe, welche wie die episepalen seit dem Aufgehen des Perianthes ihre Stellung nicht geändert haben, werden wie diese durch das sich schliessende Perianth nach der Blütenmitte zu gedrängt. Sie sind jedoch gewöhnlich so kurz, dass sie mit ihren Antheren nicht bis an die Griffel reichen.

Das Perianth der Blüten heiterer, sonniger Tage pflegt sich am nächsten Tage nicht wieder zu öffnen.

Bei etwas stärkerer Bewölkung öffnet sich das Perianth etwas später, bleibt aber etwas länger geöffnet. Wenn die Bewölkung einen noch höheren Grad erreicht, so bleibt das Perianth[3]) vollständig geschlossen[4]). Wenn dann am folgenden Tage das Wetter günstig ist, so öffnet es sich an diesem. Die Pollensäcke der episepalen Antheren dieser Blüten sind am ersten Tage aufgesprungen. Die Pollenkörner, welche teils an die die Antheren berührenden Griffel gelangt, teils an den Antheren haften geblieben sind, haben ihre Schläuche sowohl in das Griffelgewebe als auch in das Antherengewebe getrieben und hierdurch die Antheren meist so fest an die Griffel geheftet[5]), dass sich die Antheren, wenn sich — am zweiten Blühtage

1) Der Duft ist ein durch einen Trimethylamin-Duft verunreinigter Nelkenduft. Ich vermochte ihn nur wahrzunehmen, wenn zahlreiche Blüten vereinigt waren.

2) Der Honig wird von den Flanken der erwähnten kleinen, die Staubgefässe tragenden Vorsprünge — und zwar meist wohl nur derjenigen, welche die episepalen Staubgefässe tragen — des die Fruchtknotenbasis umgebenden Ringes abgesondert. Er tritt zuerst als je ein kleiner Tropfen an jeder Flanke dieser Vorsprünge auf. Die beiden Tropfen jedes Vorsprunges fliessen gewöhnlich bald an der Aussenseite desselben zu einem grösseren Tropfen zusammen und die grösseren Tropfen vereinigen sich nicht selten zu einem die ganze Fruchtknotenbasis umgebenden Flüssigkeitsringe.

3) Das heisst bei denjenigen Blüten, deren Perianth sich bei günstiger Witterung an dem betreffenden Tage öffnen würde.

4) Das Perianth reagiert sehr schnell auf einen Wechsel der Beleuchtung. Wenn die Sonne etwa bis 11 oder 12 Uhr durch Wolken verdeckt ist, dann aber frei hervortritt, so öffnet sich das Perianth der meisten derjenigen Blüten der betreffenden besonnten Örtlichkeit, welche an dem betreffenden Tage blühen, in sehr kurzer Zeit; schon nach zehn Minuten besitzen die Perianthblätter zahlreicher Blüten ihre stärkste Neigung. Wenn dann die Sonne wieder durch Wolken verdeckt wird, so schliesst sich in kurzer Zeit — meist in ungefähr $^1/_4$ Stunde — das Perianth aller Blüten der betreffenden Örtlichkeit. Wenn hierauf die Wolkenbedeckung wieder schwindet, so öffnet sich das Perianth der Blüten in ungefähr 10 bis 15 Minuten von neuem. Nicht selten öffnet und schliesst sich das Perianth während des Blühens der Blüte 4 bis 6 — und wahrscheinlich noch mehr — mal.

5) Meist sind auch die Antheren, wenigstens teilweise, aneinander geheftet.

— das Perianth öffnet, trotz des Zuges der Filamente, welche ihre normale Stellung anzunehmen streben, von den Griffeln, die sich meist nicht weit nach aussen neigen, nicht loszulösen vermögen. Die unteren Teile der episepalen Filamente sind gerade und etwas schräg nach aussen geneigt, die oberen sind schwach nach aussen konvex und die kollabierten, haarfeinen Enden befinden sich gewöhnlich in ungefähr senkrechter Stellung zur Längsachse der Blüte[1]). Auch die Pollensäcke der epipetalen Antheren sind am Vortage aufgesprungen. Auch ihr Pollen hat seine Schläuche getrieben und die Antheren an das Gynäceum oder die benachbarten episepalen Staubgefässe hin und wieder so fest angeheftet, dass diese sich nicht wieder loszulösen vermögen[2]).

Spergula arvensis L.

Das Perianth ist in der Zeit von der Mitte des Mai bis zur Mitte des September bei heiterem, warmem Wetter ungefähr ebenso lange als das von *Spergularia rubra* geöffnet[3]). Es öffnet sich in der Regel zwischen 1 und 2 Uhr und schliesst sich zwischen $4^1/_2$ und $5^1/_2$ Uhr[4]). Die ungefähr elliptischen, muldigen Kelchblätter begeben sich meist recht schnell bis in eine zur Längsachse der Blüte ungefähr senkrechte Stellung — seltener gehen sie etwas weiter —, während sich die muldigen, elliptischen, kurz genagelten, weissen Kronenblätter nicht ganz soweit nach aussen neigen. Die — in derselben Blüte — meist untereinander gleichlangen episepalen Staubgefässe[5]) entfernen sich während der Auswärtsbewegung der Perianthblätter schnell

1) Wenn es am ersten Tage so stark geregnet hat, dass Regenwasser in das geschlossene Perianth eingedrungen ist und die meisten oder sämtliche Pollenkörner zerstört hat, oder wenn es so kalt gewesen ist, dass die Entwickelung der Pollenschläuche nur langsam vor sich gegangen ist, so lösen sich die episepalen Antheren wenigstens teilweise von den Griffeln ab. Die Filamente pflegen sich aber trotzdem nicht weit nach aussen zu neigen.

2) Ähnlich verhalten sich manche Alsinaceen, z. B. *Stellaria pallida* (Dum.).

3) Die folgende Darstellung gründet sich auf Beobachtungen, welche auf Äckern bei Kröllwitz und in der Umgebung der Dölauer Heide unweit Halle gemacht wurden.

4) Ich habe leider niemals Gelegenheit gehabt, die Blüten bei dauernd unbedeckter Sonne zu beobachten. An allen Beobachtungstagen trat einige Zeit, nachdem sich das Perianth geöffnet hatte, die Sonne wenigstens zeitweilig hinter oft allerdings nur sehr dünne Wolken. Nach Kerner's Angabe (a. a. O., S. 193) öffnet sich (bei Innsbruck?) das Perianth zwischen 10 und 11 Uhr und schliesst sich zwischen 3 und 4 Uhr.

5) Hinsichtlich der Ausbildung des Andröceums gleicht diese Art fast vollständig *Spergularia rubra*. Wie bei letzterer ist auch bei ihr die Grösse der übrigen Blütenteile und der Anzahl der Samenanlagen von der Ausbildung des Andröceums abhängig. Vergl. hierzu Warming, Om Caryophyllaceernes blomster, Botaniske Forenings Festskrift (1890) S. 194 u. f. (236—237).

soweit[1]) vom Gynäceum, dass sie mit der Blütenebene ungefähr einen Winkel von 50 oder etwas mehr Graden bilden. Die bedeutend kürzeren und dünneren epipetalen Staubgefässe neigen sich gleichzeitig mit den episepalen, doch stärker als diese, nach aussen, und zwar in der Regel soweit[2]), dass sie mit der Blütenebene einen Winkel von ungefähr 45°) bilden. Beider Filamente[3]), welche in der Knospe dem ungefähr ellipsoidischen Fruchtknoten anliegen und konvex nach aussen gekrümmt sind, strecken sich während der Auswärtsbewegung in der Regel ganz oder fast ganz gerade[4]). Die Pollensäcke der Antheren[5]) der episepalen Staubgefässe pflegen bereits einige Zeit[6]), bevor sich das Perianth zu öffnen beginnt, wenn sie noch den Griffeln anliegen, aufzuspringen. Die fünf, seltener sechs weissgrauen Griffel sind sehr kurz[7]). Schon einige Zeit, bevor sich das Perianth öffnet, ist ihr unterer, längerer Teil ein wenig nach aussen geneigt und gerade oder schwach nach innen konvex gebogen und ihr oberer Teil meist so stark nach oben konvex gekrümmt, dass seine Spitze abwärts gerichtet ist. Die Griffel wenden also einen grossen Teil ihrer mit Narbenpapillen bedeckten Innenseite[8]) nach oben und aussen. An diesem Teile pflegen die episepalen Antheren anzuliegen[9]); er bedeckt sich nach dem Aufspringen ihrer Pollensäcke oft dicht mit Pollen[10]). Nach dem Aufgehen des Perianthes öffnen sich die Pollensäcke noch weiter; während sich die Wandungen der inneren bis zur Berührung nähern, nähern sich die der äusseren nur soweit, dass sie eine, oft recht bedeutend verbogene Mulde bilden. Das Schaltstück kollabiert in

---

1) Die derselben Blüte in der Regel ungefähr gleichweit.

2) Vergl. vorige Anmerkung.

3) Die weissgrauen Filamente sind wie die von *Spergularia rubra* hohl, aber nicht wie diese durch den — ungefähr ellipsoidischen — Fruchtknoten muldig verdrückt, sondern im Querschnitte fast kreisrund. Sie sitzen mit sehr wenig oder garnicht verschmälerter Basis niederen Vorsprüngen des die Fruchtknotenbasis umgebenden Ringes auf und verjüngen sich nach der Spitze zu recht bedeutend.

4) Hin und wieder bleibt ihr oberes Ende schwach nach aussen konvex gekrümmt.

5) Die Antheren sind ähnlich gebaut und gefärbt wie die von *Spergularia rubra.*

6) 1 bis 2 Stunden oder noch länger.

7) Der Griffel besitzt einen elliptischen Querschnitt — die grosse Achse befindet sich in radialer Richtung — und verjüngt sich nach oben.

8) Die Innenseite des Griffels ist von der Basis ab mit Papillen besetzt, welche je weiter nach oben desto dichter stehen und desto länger sind.

9) Vielfach liegen sie ihrer ganzen Länge nach am Griffel an, vielfach überragt dieser sie jedoch ein wenig. In vereinzelten Fällen sind die Filamente so kurz, dass die Antheren die Griffel entweder garnicht oder nur an der Basis berühren. Vergl. hierzu Anm. 3 auf folgender Seite.

10) Die Narben sind zu dieser Zeit ohne Zweifel schon konzeptionsfähig.

derselben Weise wie das von *Spergularia rubra*[1]). Auch die Pollensäcke der den episepalen in der Grösse, oft beträchtlich, nachstehenden epipetalen Antheren öffnen sich[2]) meist vor dem Beginne der Auswärtsbewegung der Perianthblätter, aber in der Regel nach den Pollensäcken der episepalen Antheren. Sie verhalten sich weiter wie diese. Wenn bei der Schliessbewegung des Perianthes die episepalen Staubgefässe, welche seit der Perianthöffnung ihre Stellung wohl nicht geändert haben, durch das Perianth nach innen gedrängt und ihre Antheren an die Narben gedrückt werden[3]), dann haftet in der Regel noch so viel Pollen an den ersteren, dass eine nochmalige — oder falls eine Bestäubung vor dem Aufgehen des Perianthes noch nicht stattgefunden haben sollte, eine erstmalige — Selbstbestäubung der Griffel, die sich unterdessen vielfach weiter — oft soweit, dass die Spitze die Aussenseite des unteren Teiles berührt, oder dass sich das obere Ende eine Strecke weit an den unteren Teil anlegt[4]) — gekrümmt haben, stattfindet. Die Antheren der epipetalen Staubgefässe, welch' letztere ebenfalls durch das Perianth nach innen gedrängt werden, kommen wegen der Kürze ihrer Filamente jetzt ebenso wenig als vorher vor der Öffnung des Perianthes mit den Griffeln — oder höchstens mit deren Basen — in Berührung[5]).

Die Selbstbestäubung ist wohl bei der Mehrzahl der Sommerblüten die einzige Art der Bestäubung, da die Blüten[6]) in dieser

---

1) Es hebt sich vorher äusserlich nicht vom Filamente ab.

2) Manche dieser Antheren öffnen sich aber sehr spät oder sogar garnicht.

3) Wie oben — vergl. S. 127 Anm. 9 — gesagt wurde, kommen in vereinzelten Fällen Blüten mit so kurzen episepalen Staubgefässen vor, dass deren Antheren die Griffel nicht berühren. In diesen Blüten kann natürlich keine Selbstbestäubung stattfinden. Vergl. hierzu auch MAC LEOD, Over de bevruchting der bloemen in het kempisch gedeelte van Vlaanderen, 2. Teil, Botanisch Jaarboek, uitg. door het kruidk. genootschap Dodonaea te Gent, 6. Jahrg. (1894), S. 119 u. f. (158).

4) Häufig krümmt sich der Griffel erst, nachdem sich das Perianth bereits wieder geschlossen hat, so weit; manchmal ist er schon beim Aufgehen des Perianthes so weit gekrümmt.

5) Höchst eigenartig ist die Angabe KERNER's (a. a. O., S. 306): „Bei den zuletzt genannten Steinbrechen, welche in jeder Blüte zwei Kreise von Pollenblättern enthalten, kann es als Regel gelten, dass der Pollen, welcher in den Antheren der fünf vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter entbunden wird, zur Autogamie, der Pollen, welcher aus den Antheren der fünf vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter hervorgeht, zu Kreuzungen verwendet wird. Das Umgekehrte findet bei den hierher gehörigen Mieren, z. B. . . . *Spergula arvensis* . . ., statt. Bei diesen dient nämlich der Pollen der fünf vor den Kelchblättern stehenden Antheren zu Kreuzungen, jener der fünf vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter zur Autogamie.“ KERNER scheint auch anzunehmen, dass die Einwärtsbewegung der Staubgefässe eine freiwillige ist.

6) Sie besitzen keinen Duft, wenigstens vermochte ich keinen wahrzunehmen. Der Honig wird bei ihnen von den etwas verdickten Seitenteilen der die Staub-

Jahreszeit nur recht wenig von Insekten[1]) besucht werden. Im Frühling und im Herbste werden die Blüten reichlicher besucht.

Das Perianth der Blüten heiterer, warmer Tage öffnet sich am nächsten Tage in der Regel nicht wieder.

Bei vorübergehender und bei dauernder Bewölkung verhalten sich die Blüten ähnlich wie die von *Spergularia rubra*, doch öffnet sich das Perianth noch bei einem Grade der Bewölkung, bei welchem das der Blüten von *Spergularia rubra* geschlossen bleibt. Auch reagiert es erst auf bedeutendere Änderungen der Beleuchtung als das dieser Art. Wenn sich das Perianth am ersten Tage infolge ungünstiger Witterung nur wenig und auf kurze Zeit oder gar nicht öffnet, so öffnet es sich am folgenden Tage, vorausgesetzt, dass an diesem das Wetter günstig ist, — meist — wieder oder zum ersten Male. Die episepalen Antheren sind dann wie bei *Spergularia rubra* in der Regel durch die Pollenschläuche an die Griffel angeheftet und bleiben an diesen angeheftet, bis das Perianth sich wieder schliesst. Wenn auch am zweiten Blühtage das Wetter ungünstig ist, so öffnet sich das Perianth überhaupt nicht.

19. Werner Magnus: Experimentell-morphologische Untersuchungen.

(Vorläufige Mitteilung).

Eingegangen am 22. Februar 1903.

I. Reorganisationsversuche an Hutpilzen.

Das analytische Studium der Wechselwirkung der Zellelemente bei der Formentwickelung der vielzelligen Organismen (Korrelativvorgänge, innere Reize) ist bisher für die zwei grossen Organismengruppen, für die höheren Pflanzen (Cormophyten) mit ihren im festen Zellverband lebenden Zellen und für die tierischen Organismen mit

gefässe tragenden, grüngelben Vorsprünge — und zwar meist wohl nur derjenigen, welche die episepalen Staubgefässe tragen — des Ringes, welcher die Fruchtknotenbasis umgibt, sowie von den angrenzenden Partien dieses Ringes selbst abgesondert. Er tritt zunächst in Gestalt je eines kleinen Tropfens an jeder Seite dieser Vorsprünge auf. Diese Tropfen pflegen später in derselben Weise wie bei *Spergularia rubra* zusammenzufliessen. Nach KERNER (a. a. O., S. 157) sind „die Nektarien der benachbarten Pollenblätter zu einem Ringe miteinander verschmolzen", was bei vielen Mieren (z. B. bei *Spergula*) „recht auffallend hervortritt".

1) Die Besucher gehören denselben Insektenordnungen an wie die von *Spergularia rubra*. Betreffs der bisher beobachteten Besucher vergl. KNUTH, Handbuch der Blütenbiologie, 2. Bd., 1. Teil (1898), S. 182—184.

ihren in den wesentlichsten Entwickelungsstadien verlagerungsfähigen Zellen versucht worden. Die eigentümlichen Organisationen derjenigen höheren Thallophyten, der Algen und Pilze, die aus einem Komplex mehr oder weniger selbständig fortwachsender Zellfäden bestehen, haben in dieser Richtung dagegen bisher wenig Beachtung gefunden, obgleich sie zumal in den hochdifferenzierten, kompliziert gebauten Pilzformen zu mannigfachen, zum allgemeinen Verständnis der Mittel ontogenetischen Geschehens wichtigen Fragestellung Anlass geben. Gerade bei den höchst entwickelten Pilzformen scheint allerdings das wesentlichste Hilfsmittel zum Studium der Korrelationsvorgänge, die Reorganisationsversuche, zu versagen. Nach den Angaben von BREFELD, VAN TIEGHEM, MASSART, GRÄNTZ und noch jüngst GÖBEL, sind die Hutpilze ebenso, wie sie reproduktionsfähig, d. h. durch Sprossung neue Fruchtkörper hervorzubringen vermögen, ebenso regenerationsunfähig, d. h. nicht imstande einzelne fehlende Teile zu ergänzen.

Durch die Wahl eines geeigneten Versuchsobjekts, des Champignons, (*Agaricus campestris*) und entsprechend angestellte Operationen gelang es, sehr weitgehende mannigfache Regenerationen zu erzielen. — Die Versuche wurden in den Jahren 1901—1903 sowohl an eigenen Kulturen im Gewächshaus des botanischen Instituts der Kgl. landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin des Herrn Geheimrat KNY als in Champignonzüchtereien angestellt.

Die wesentlichen Ergebnisse der Arbeit sind:

Durch die Reproduktionstätigkeit wird die Regenerationstätigkeit korrelativ gehemmt und letztere findet in ausgedehnterem Masse nur bei Unterdrückung der ersteren statt.

In jeder Beziehung wird die Rekonstruktion der Gesamtform des Fruchtkörpers angestrebt.

Für die Mehrzahl der Organisationsteile stellt der Zusammenhang mit dem Ganzen eine Wachstumshemmung vor.

Hymenium vermag sich ausschliesslich im Anschluss an Hymenium zu regenerieren.

Die Neubildung des Vegetationsrandes erfolgt unter der Einwirkung des Hymeniums.

Das normalerweise lamellenförmige Hymenium wird zumeist in ausgesprochen stachlicher, netzförmiger oder röhriger Anordnung regeneriert.

Obgleich dies die charakteristische Form der nach der herrschenden Anschauung phylogenetisch tiefer stehenden Polyporacaeen ist, ist ihre Bildung nicht als Atavisums (WEISMANN) aufzufassen, sondern wird durch mechanische Wachstumsbedingungen herbeigeführt.

Die Ausbildung des normalen Hymeniums, ebenso wie zahlreicher in der descriptiven Literatur erwähnter und neu aufgefundener teratologischer Fälle kann auf entsprechende Ursachen zurückgeführt werden.

In der Gruppe der Hymenomyceten lässt sich ein deutlicher Übergang von „äusseren" zu „inneren" Reizen der Ontogenese verfolgen.

Die demnächst erscheinende ausführliche Abhandlung wird zugleich die wesentlichsten Belege in photographischer Abbildung bringen.

II. Zur Ätiologie der Gallbildungen.

Mannigfache Gründe sprechen dafür, im pflanzlichen Organismus das Hauptmittel zur Erzielung der Korrelationsvorgänge (innere Reize), die die jeweilige spezifische Ausbildung der verschiedenen Organe bedingen, in chemischen Reizwirkungen zu suchen. Dennoch gelang es wenigstens in höheren Pflanzen dem Experimentator bisher nicht, aus den komplizierten Stoffwechselvorgängen auch nur in einem Fall eine chemische Reizwirkung so heraus zu analysieren, dass seine Fortnahme die Ausbildung eines Organs verhindert, seine Hinzufügung seine Bildung angeregt hätte, geschweige etwa durch chemische Reagentien spezifisch morphologische Neubildungen (Chemomorphosen) zu erreichen.

Was der Forscher mit seinen groben Hilfsmitteln nicht zu erzielen vermag, diese Experimente scheinen sich in der Natur in den mannigfachsten Formen zu vollziehen. Unter dem Einfluss anderer Organismen, zumal von Pilzen und Insekten, entstehen Neubildungen von oft ganz spezifischer, immer wiederkehrender hochdifferenzierter Form, deren Elemente sogar dem Organismus fremde Neubildungen aufweisen können. Entstehen diese Bildungen nun auch augenscheinlich unter komplizierten Stoffumlagerungen in den Symbionten, die den in der normalen Entwickelung auftretenden Korrelationswirkungen durchaus an die Seite zu setzen sind, so lassen gewisse Beobachtungen nur die Annahme zu, dass bei geeigneter Angriffsweise wirklich bestimmte Stoffwechselprodukte eine spezifisch formative Reaktion veranlassen. Es sind zumal zwei Beobachtungen in BEIJERINCK's fundamentalen Untersuchungen über Gallbildungen, die immer wieder in diesem Sinne zitiert werden und z. B. auch für SACHS eine der wesentlichsten Stützen seiner Theorie von den organbildenden Stoffen bilden.

1. Die Blattwespe *Nematus Capreae* legt in das Blatt von *Salix amygdalina* zugleich mit dem Ei einen Tropfen eines hyalinen Stoffes ab. Dieser bewirkt die Gallbildung. Denn wird das Ei sogleich nach der Eiablage getötet, so findet keine Gallbildung statt. 2. Die Eier gewisser Cynipiden zumal von *Rhodites Rosae*, der Bedeguarengalle, werden auf die Oberfläche jugendlicher, unverletzter Organe gelegt. Die von dem Ei ausgehende, Eischale und Cuticula durchdringende Giftwirkung bewirkt, dass im Anfang die direkt unter dem Ei liegenden Zellen im Wachstum gehemmt werden, während

die benachbarten auswachsen, wodurch eine Umwallung des Eies bewirkt wird. — Diese wirksamen Stoffe wurden von BEIJERINCK Wuchsenzyme genannt.

Gallbildungen ähnlicher Art künstlich hervorzurufen wurde vergeblich versucht von zahlreichen Forschern, als erstem wohl von KNY, zuletzt noch von KÜSTER. Auch mir gelang es trotz der zahlreichsten Versuche mit dem Extrakt junger Gallen, der Muttertiere oder der Eier nicht künstliche Gallbildungen zu erzielen. Dies, zugleich mit Erwägungen theoretischer Natur, bestimmte mich, die Angaben BEIJERINCK's einer Nachforschung zu unterziehen. Die unter der Schwierigkeit der Materialbeschaffung leidenden Untersuchungen wurden im Jahre 1899 in Bonn unter STRASBURGER begonnen, wurden 1900 in Tübingen unter VÖCHTING fortgesetzt und seitdem im botanischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule des Herrn KNY zum Abschluss gebracht.

1. *Nematus Capreae*, ebenso wie eine Reihe verwandter Arten, wurden aus Gallen erzogen, und sowohl im Gewächshaus als im Freien auf entsprechenden Weiden zur Eiablage gebracht. Nach vorsichtiger Tötung des Eies mit einem Nadelstich konnte niemals Gallbildung erreicht werden, ebenso wie die Fortentwickelung sehr junger Gallen sofort nach der Tötung des Eies aufhört. Ungestörte Gallen entwickelten sich in Kontrollversuchen normal.

2. *Rhodites Rosae* und *Mayri* wurden aus Gallen erzogen und die Eiablage beobachtet. Durch geeignete Anwendung der Fixierungs-, Schneide- und Färbetechnik gelang der Nachweis, dass regelmässig bei der Eiablage das Muttertier die Pflanze verletzt, indem es das Ei mit einer Spitze in eine Epidermiszelle hineindrückt und dann sehr schnell ein aus gewissen Anzeichen zu schliessender reger Stoffaustausch zwischen Ei und Pflanze stattfindet.

Aus diesen Versuchen ist zu folgern, dass auch in diesen Fällen die Anwesenheit spezifisch wirkender „organbildender" Stoffe unerwiesen, sondern es sich auch hier wie bei allen inneren chemischen Reizen um höchst komplizierte Stoffwechselvorgänge handelt.

Weiter wurde eine Versuchsreihe angestellt, um die völlige Identität intimster morphologischer Struktur der Zellen des Gallgewebes mit den normalen Zellen zu beweisen. Nematusgallen auf Weidenblättern wurden als Stecklinge behandelt. Die reichliche Wurzelbildung hat die Tendenz sich am organisch unteren Ende der Galle zu vollziehen.

Die demnächst erscheinende ausführliche Arbeit wird noch Beiträge zur Aetiologie einiger anderer Gallen bringen.

Berlin, Botanisches Institut der Kgl. landwirtschaftlichen Hochschule und pflanzenphiologisches Institut der Universität.

20. C. Correns: Über die dominierenden Merkmale der Bastarde.

Mit einem Holzschnitt.

Eingegangen am 23. Februar 1903.

I.

MENDEL hat in seiner grundlegenden Arbeit über Erbsenhybriden[1]) ein Merkmal des Bastardes „dominierend" genannt, wenn es „dem einen der beiden Stamm-Merkmale entweder so vollkommen gleicht, dass das andere der Beobachtung entschwindet, oder demselben so ähnlich ist, dass eine sichere Unterscheidung nicht stattfinden kann." Diese Definition habe ich[2]) dann, etwas gekürzt, so wiedergegeben, dass ein Merkmal dominierend sei, „wenn das korrespondierende im Bastard der Beobachtung ganz entschwindet oder in ihm nicht sicher erkannt werden kann"[3]).

Kann es also keinem Zweifel unterliegen, was MENDEL unter einem dominierenden Merkmal verstanden wissen wollte, so ist es doch eine andere Frage, ob es sich empfiehlt, den Begriff des Dominierens auch fernerhin ebenso eng zu fassen. Am nachdrücklichsten ist DE VRIES[4]) neuerdings für eine weitere Fassung ein-

1) Versuche über Pflanzenhybriden, S. 10 des S. A. und der Ausgabe von TSCHERMAK.

2) Über Levkojenbastarde. Zur Kenntnis der Grenzen der MENDEL'schen Regeln. Botan. Centralbl. Bd. 84, S. 98 (1900).

3) Ein Referent (Die MENDEL'schen Regeln, ihre ursprüngliche Fassung und ihre modernen Ergänzungen. Biol. Centralbl. Bd. XXII, S. 129. 1902) hat eine Differenz zwischen MENDEL und mir konstruiert, indem er, nach Citierung der oben wiederholten, von mir gekürzten Definition MENDEL's, fortfährt: „MENDEL selbst aber sagt (a. a. O. S. 10), dass die als recessiv bezeichneten Merkmale „an den Hybriden zurücktreten oder ganz verschwinden"", und mit der Behauptung schliesst: „MENDEL scheint also den Begriff „dominierend" nicht so eng gefasst zu haben, wie es CORRENS verstanden wissen will."

Wer den ganzen Abschnitt bei MENDEL achtsam liest, merkt sofort, dass die von mir oben reproduzierte Stelle MENDEL's **Definition** des Begriffes „dominieren" enthält, und dass der von dem Referenten hervorgehobene Passus nur dazu dient, die Wahl des **Terminus** „recessiv" zu motivieren.

Ich hätte auf dieses Missverständnis in dem die Literatur ziemlich einseitig berücksichtigenden Referat gar nicht hingewiesen, wenn es nicht sofort von anderer Seite (BATESON, MENDEL's principles of heredity, S. 191. Anm., 1902) aufgegriffen worden wäre.

4) H. DE VRIES, Die Mutationstheorie, IV. Lieferung, 1902, an verschiedenen Stellen.

getreten, im Gegensatz zu seiner früheren Definition[1]) des Dominierens als einer „vollen Ausbildung“ des Merkmales eines Elters.

Die zwei antagonistischen Merkmale *A*, *a* der beiden Elternsippen I und II eines Bastardes, die zusammen ein Paar bilden, gehören, nach genügender Zerlegung, stets in dieselbe Kategorie[2]), die ausserdem noch andere Merkmale, *a* von einer Sippe III, 𝔄 von einer Sippe IV etc. enthalten kann. Alle in ein und dieselbe Kategorie gehörenden Merkmale sind nicht mehr qualitativ, sondern nur mehr quantitativ verschieden, müssen sich also in eine Reihe stellen lassen, und ihre Verschiedenheit muss sich bestimmen, messen lassen[3]).

Der Bastard kann nun eines der extremen Merkmale, *A* oder *a*, der Elternsippen, oder irgend ein dazwischen liegendes Merkmal entfalten (das natürlich bei einer dritten Sippe nicht hybriden Ursprunges auch vorkommen kann). Das ist nicht bloss „eine schematische Übersicht der möglichen Fälle“, sondern auch eine Beobachtungstatsache, die ich bei meinen Maisbastarden, z. B. für das Merkmalspaar: weisses Endosperm — blaues Endosperm, in der ersten Generation des Bastardes, festgestellt habe[4]).

Diese Stellung des Bastardmerkmales zwischen den Merkmalen der Eltern, die ebenfalls bestimmt werden kann, muss das Ergebnis eines Kampfes der zwei Anlagen, der für *A* und der für *a*, im Bastard sein, und gibt also einen Massstab für die Stärke der Anlagen und der ihnen entsprechenden Merkmale.

Zwischen das Maximum der Stärke = 1, mit der das eine Merkmal *A* eines Merkmalpaares *A*, *a* auftreten kann, und der gegenüber das andere Merkmal *a* ganz unwirksam bleibt, und das Minimum der Stärke, = 0, bei der das Merkmal *A* völlig unerkennbar bleibt, und sich das andere Merkmal, *a*, voll entfaltet, können wir eine Skala von beliebig viel Werten für die Stärke von *A* legen. Bei $1\,A$ dominiert *A* völlig, bei $0\,A$ dominiert *a* völlig, bei $^1/_2\,A$ ist auch $a = {}^1/_2$; *A* und *a* sind dann gleich stark, das Merkmal des Bastardes zeigt genaue Mittelstellung[5]).

---

1) H. de Vries, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Diese Berichte Bd. XVIII, S. 84. 1900.

2) Bastarde zwischen Maisrassen etc. Bibliotheca botan. Heft 53, S. 1. 1901. Auch schon in der vorläufigen Mitteilung, diese Berichte, Bd. XIX, S. 211.

3) Ibid. S. 3. Merkmalspaare, wie: gelbe Kotyledonen — grüne Kotyledonen der Erbsen, bilden nur scheinbare Ausnahmen.

4) Ibid. S. 53 u. f.

5) Im Grunde handelt es sich darum, wie gross die Arbeitsleistung der Bastardpflanze ist, wenn an ihr ein gewisses Merkmal zur Entfaltung kommt, im Vergleich mit der Leistung der zwei Elternsippen, wenn diese die entsprechenden Merkmale derselben Kategorie entfalten. Die oben gegebene Darstellung geht

Eine solche vollkommen gleiche Stärke der beiden antagonistischen Anlagen im Bastard und damit eine genaue intermediäre Stellung des Merkmales im Bastard wird es, streng genommen, überhaupt nie geben; stets wird im einzelnen Falle bei zwei bestimmten, bei der Bastardbildung sich vereinigenden Keimzellen die Anlage der einen wenigstens etwas stärker sein, als die der anderen. Man könnte also stets von einem „Dominieren“ sprechen.

Es wird sich aber nicht empfehlen, den Begriff des intermediären Merkmales ganz aufzugeben. Schon aus dem einfachen Grunde nicht, dass wir an ihn zu sehr gewöhnt sind.

Wird aber der Begriff des intermediären Merkmales beibehalten, dann muss zur gegenseitigen Verständigung eine Grenze dem dominierenden Merkmal gegenüber festgestellt werden. Wo die Grenze gezogen wird, ist Sache der Konvenienz.

Einen naheliegenden Vorschlag für eine solche Abgrenzung hat C. C. HURST[1]) gemacht. Er bezeichnet von der ganzen Reihe zwischen A und a alles, was $^3/_4\,A$ und mehr A ist, als A, alles, was $^3/_4\,a$ und mehr a ist, als a, und alles zwischen $^3/_4\,A$ und $^3/_4\,a$ als intermediär oder als Aa.

Wir wollen uns dem anschliessen, aber, der Bequemlichkeit halber, statt mit Brüchen mit Prozenten rechnen und alle Werte auf dasselbe Merkmal des antagonistischen Paares, z. B. A, beziehen, da ja die Werte für a nur die Reciproca jener für A sind. Dann können wir als Merkmalspaare mit einem dominierenden Paarling, als heterodyname, jene bezeichnen, bei denen das Merkmal A entweder voll, = 100 pCt., und herab bis 75 pCt. ausgebildet wird, oder zu 25 pCt. und herab bis 0 pCt. Im ersten Fall (100 pCt. bis 75 pCt. A) dominiert A, im zweiten (25 pCt. bis 0 pCt. A) dominiert a, und ist A recessiv. Bei den Merkmalspaaren ohne dominierenden Paarling, den homodynamen, ist A zu 75 pCt. bis 25 pCt. ausgebildet.

a stärker *A* stärker

0 *A* . . . . . . 25 *A* . . . . . . 50 *A* . . . . . . 75 *A* . . . . . . 100 *A*

heterodyname Merkmalspaare, *a* dominiert.	homodyname Merkmalspaare.	heterodyname Merkmalspaare, *A* dominiert.

Man könnte sich ebenso gut auf andere Grenzen einigen, oder noch auf jeder Seite eine Zwischenstufe einschieben, den „goneoklinen“

davon aus, dass die Arbeitsleistung proportional ist der sichtbaren Ausbildung des Merkmals; eine Annahme, die vielleicht nicht immer zutrifft, die aber einstweilen durch keine bestimmte andere ersetzt werden kann.

1) C. C. HURST, MENDEL's „Law“ applied to Orchid Hybrids. Journ. Roy. Hort. Soc. Vol. XXVII. Part. 4. 1902.

Bastarden Kerner's entsprechend. Es wird immer Fälle geben, die unklassifizierbar bleiben müssen. Einmal, weil auf der Grenze eine genügend genaue Bestimmung der Merkmalsstärke einfach unmöglich ist, und dann, weil bei den individuellen Differenzen unter den Keimzellen (in der Stärke der Anlage *A* gegenüber der Anlage *a*) — selbst wenn sie gering sind — in demselben Merkmalspaar dasselbe Merkmal *A* beim einen Bastardindividuum in die eine, beim andern Bastardindividuum in die andere Klasse gehören könnte. Je weniger Klassen es gibt, desto leichter sind die einzelnen Fälle unterzubringen. Es sind das keine theoretischen, wissenschaftlichen, sondern rein praktische Fragen.

II.

Das, worauf es in erster Linie ankommt, ist, zu wissen, wie sich die zwei antagonistischen Paarlinge eines Anlagenpaares der Eltern beim Bastard verhalten; die Bezeichnungen dafür kommen erst in zweiter Linie. Wir müssen also suchen, die Entfaltungsstärke der Anlagen, das Merkmal des Bastardes, möglichst genau zu bestimmen.

Unter den verschiedenen Merkmalskategorien, die man bis jetzt eingehender berücksichtigt hat, spielen die Intensitätsdifferenzen der Färbung eine grosse Rolle; hier hat man besonders viele Fälle von „Dominieren“ eines Merkmales feststellen zu können geglaubt. Man hat sich dabei begnügt, nach dem allgemeinen Eindruck zu urteilen; der einzige Versuch einer genauen Messung, den ich bis jetzt [für den Bastard zwischen *Hyoscyamus* (*niger*) *annuus* und *H.* (*niger*) *pallidus*] veröffentlicht habe[1]), ist in seinen Konsequenzen ganz unberücksichtigt geblieben.

Der Zweck der folgenden Zeilen ist nun, auf eine Fehlerquelle hinzuweisen, die man offenbar bei der Beurteilung der Stellung des Bastardmerkmales zwischen den elterlichen Merkmalen ausser acht gelassen hat, die aber von sehr grossem Einfluss ist.

Man hat nämlich bei diesen Schätzungen nicht beachtet, dass auch für die Gesichtsempfindungen das Weber'sche Gesetz, wenigstens in grossen Zügen, gilt[2]). Danach steigt bekanntlich die Empfindung — in unserem Fålle die Intensität, die eine Farbstofflösung für unser Auge besitzt — nicht gleichmässig mit dem Reize — in unserem Falle mit der Konzentration der Farbstofflösung —, sondern viel langsamer, nach Fechner's Annahme proportional

1) Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen für die Vererbungslehre. Diese Berichte, Generalvers.-Heft Bd. XIX, S. (80), 1901.

2) Man vergl. z. B. Th. Ziehen, Leitfaden der physiologischen Psychologie. II. Aufl., Jena 1893.

dem Logarithmus des Reizes. Man kann bekanntlich auch sagen, die Empfindungsintensität steigt im arithmetischen, die Reizstärke im geometrischen Verhältnis.

Der graphische Ausdruck dafür ist, dass die Kurve der Intensität sich vom Nullpunkt (Farblosigkeit) rasch erhebt, um dann mit zunehmender Konzentration immer flacher und flacher zu werden und schliesslich, wenn die „Reizhöhe" erreicht ist, der Abscissenachse parallel zu verlaufen, wie es Fig. 1 zeigt.

Die Kurve lehrt sofort, dass es einen geringen Intensitätsunterschied ausmachen kann, ob eine Lösung 100prozentig oder 75prozentig ist, dass selbst eine 50prozentige Lösung nicht sehr viel heller zu sein braucht als die 100prozentige, und dass jene Konzentration, bei der die Intensität unserem Auge halb so gross erscheint, noch unter 25 pCt. liegen kann.

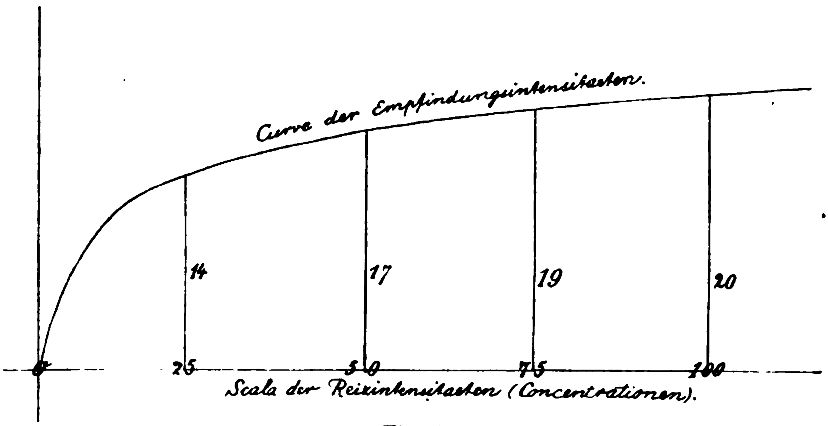


Fig. 1.

Übertragen wir das eben allgemein Ausgeführte auf unsere speziellen Fälle, so lehrt es, dass **sehr geringe** Abweichungen in der **Intensität,** die der Bastard gegenüber der Intensität des stärker gefärbten Elters für unser Auge zeigt, **ganz bedeutende** Abweichungen in der **Konzentration** der gebildeten Farbstofflösung[1]) anzeigen können, und umgekehrt, dass **starken** Abweichungen in der Intensität des Bastardes von der des schwächer gefärbten Elters **geringe** Abweichungen in der Konzentration der gebildeten Farbstofflösung entsprechen können. Blüht der Bastard zwischen einer rot- und einer weissblühenden Sippe „etwas heller" als die rote Elternsippe, so wird in der Tat die Konzentration der Farbstofflösung gleich sehr viel

1) Ich spreche hier und im folgenden der Kürze halber stets von einer Farbstofflösung und ihrer Konzentration; das Ausgeführte gilt natürlich auch, wenn keine eigentliche „Lösung" vorliegt.

geringer sein; blüht er „rötlich", so kann er trotzdem der weissen Elternsippe ganz nahe stehen. Am einen Ende der Skala wird eben, nach dem Eindruck, den die Lösung macht, die ihr zu Grund liegende Konzentration überschätzt, am andern unterschätzt[1]).

Natürlich handelt es sich bei der Untersuchung eines Bastardes nicht darum, festzustellen, wieviel schwächer unserem Auge die Intensität eines gefärbten Organes, etwa einer Blumenkrone, erscheint, verglichen mit der Blumenkrone des einen Elters, es kann sich nur darum handeln, festzustellen, in welcher Konzentration der Bastard die Farbstofflösung ausbildet.

Ob das WEBER'sche Gesetz genau gilt, oder nur sehr annäherungsweise, hat für uns hier gar keine Bedeutung.

Es sind das lauter selbstverständliche Dinge, auf die ich aber selbst erst aufmerksam wurde, als ich die Stellung des Bastardmerkmales zwischen den Merkmalen der Eltern etwas genauer zu bestimmen versuchte.

Zum erstenmal war das der Fall, als ich im Sommer 1901 zum Zwecke derartiger Bestimmungen an meinen *Petunia*-Bastarden[2]) einen genau gearbeiteten, mit einer Skala versehenen Hohlkeil aus Glasplatten[3]) mit einer rotvioletten Farbstofflösung gefüllt hatte, die auf weissem Grund in der Dicke, die der Keil an seinem breiten Ende besass, etwa so intensiv gefärbt erschien, wie die Blumenkrone der *Petunia violacea*: Von der Mitte des Keiles bis zum dicken Ende nahm die Intensität der Färbung nur mehr wenig zu, obschon die Dicke der Schicht aufs doppelte stieg. Diese Erscheinung tritt aber auch ganz deutlich hervor, wenn man eine Reihe von Gefässen mit gleichen Volumina Wasser in gleich dicken Schichten vorrichtet und eine Farbstofflösung zusetzt, und zwar in jedes folgende Gefäss dieselbe Zahl Tropfen mehr (in Ge-

1) Ich kann mir nicht versagen, wenigstens anmerkungsweise auf einen ähnlichen Fall hinzuweisen, der durch FECHNER berühmt geworden ist. (Vergl. ZIEHEN, l. c. S. 85.) Die Astronomen hatten die Sterne nach ihrer geschätzten Helligkeit (der Lichtempfindung, die sie im Auge hervorrufen) in Klassen eingeteilt: 1, 2, 3 etc. Als man dann die Helligkeit objektiv feststellen lernte (photochemisch), fand sich, dass die Helligkeiten in der Tat in geometrischer Progression stiegen (nicht in arithmetischer, wie die subjektiv ermittelten).

2) Vergl. dazu: Diese Berichte, Bd. XIX, Generalvers.-Heft, S. (90), 1901.

3) Der Keil wurde nach meinen Angaben für das botanische Institut der Universität Tübingen vom Universitätsmechanikus, Herrn ALBRECHT, angefertigt. Es ist mir eine willkommene Gelegenheit, dafür dem Direktor dieses Institutes, Herrn Prof. Dr. VÖCHTING, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen zu können. — Die ursprünglich beabsichtigte Verwendung im Freien war dadurch leider behindert, dass der Keil immer etwas leckte. Auch wäre eine sprungweise Änderung in der Dicke der Farbstoffschicht, etwa in 10 Stufen, bequemer gewesen, als die kontinuierliche Zunahme der Dicke.

fäss I 1n Tropfen, in Gefäss II 2n Tropfen, in Gefäss III 3n Tropfen u. s. f.). Nur ist hier infolge der sprungweisen Konzentrationssteigerung die Intensitätssteigerung auffälliger als beim Keil.

Die Unterschiedsschwelle soll für weisses Licht $^1/_{200}$ und weniger betragen. Ich fand es zuweilen schon unmöglich, zwei relativ helle Lösungen sicher zu unterscheiden, von denen die eine nur 90 pCt. der Farbstoffmenge der andern besass. Diese Differenz von 10 pCt., die an einem Ende der Reihe nichts ausmacht, ist am andern (z. B. 0 bis 10 pCt.) natürlich ausserordentlich auffällig.

Die Mangelhaftigkeit einer blossen Schätzung der Konzentrationsdifferenzen nach der Intensität der Färbung zeigt sich schlagend, wenn man unbeeinflusste Personen Farbstofflösungen von bestimmten, ihnen unbekannten Konzentrationen vergleichen lässt. Fast stets wird zu hoch geschätzt; mir sind $^1/_{10}$ Lösungen für „ungefähr halb so stark" bestimmt worden.

Das eben Ausgeführte zeigt, dass man aus der Intensität nicht ohne weiteres auf die Konzentration schliessen darf. Es bleibt also nur übrig, die Konzentration, wo immer möglich, genau festzustellen. Leider sind solche Bestimmungen oft sehr schwer, ja zuweilen zur Zeit wohl unmöglich. Im Folgenden sollen einige derartige Versuche beschrieben werden. Sie werden unter anderm, als Bestätigung des Ausgeführten, zeigen, dass in Fällen, wo man das Merkmal A eines Merkmalspaares dominieren liess, in Wahrheit Mittelstellung vorliegt oder eher das Merkmal a dominiert.

III.

A.

Am einfachsten ist die Bestimmung der Stellung eines Bastardmerkmales zwischen den elterlichen Merkmalen aus der Konzentration natürlich dann, wenn es sich um einen Farbstoff handelt, der leicht und unverändert den Organen, die untersucht werden sollen, entzogen werden kann. Das gilt z. B. für das Carotin und den Chlorophyllfarbstoff mit seinen Begleitern. — Sehr wichtig, und doch weniger oft realisiert als man vermuten könnte, ist, dass die zu vergleichenden Lösungen wenigstens sehr annähernd die gleiche Nuance besitzen.

1. Argemone mexicana + Argemone ochroleuca[1]).

Der Bastard zwischen diesen beiden gewöhnlich als Varietäten einer Art aufgefassten Sippen wurde wiederholt und auf beide Weisen

1) Die Argemonen wurden nach PRAIN's Monographie („An Account of the genus Argemone, Journ. of Botany, 1895, S. 129 u. f.) revidiert. Meine *A. ochro-*

dargestellt; er gelang stets ganz leicht, war aber immer vollkommen unfruchtbar. In dem Zuschnitt und der Färbung der Blätter steht er der *A. ochroleuca* näher, ebenso in der Länge des Griffels; die Blumenblätter sind in der Form und, dem Augenscheine nach, auch in der Farbe intermediär; *A. mexicana* hat gelbe, *A. ochroleuca* blassgelbliche, der Bastard stark gelbliche oder hellgelbe Blumenblätter. Der Farbstoff ist an Chromatophoren gebunden.

Zur kolorimetrischen Bestimmung der Farbstoffmenge in den Blumenblättern der beiden Stammsippen und des Bastardes wurden sowohl gleiche Gewichtsteile Blumenblätter, als auch gleiche Zahlen gleichgrosser Scheiben verwendet, die durch Ausstanzen mit dem Korkbohrer (Weite 17,5 *mm*) aus der vorderen Hälfte der Blumenblätter hergestellt worden waren. Sie wurden mit gleichen, genügend grossen Volumina Alkohol extrahiert. Dadurch, dass die Blumenblätter, resp. Scheiben verschiedenen Blüten derselben Pflanze und verschiedener Pflanzen entnommen wurden, liessen sich die individuellen Schwankungen ausgleichen[1]). Beide Methoden gaben nicht wesentlich verschiedene Resultate.

Zum Vergleichen der Lösungen wurden einstweilen, statt aller komplizierteren Apparate, zwei 10 *cm* hohe, parallelepipedische Glasgefässe von quadratischem Querschnitt (20 *mm* Kantenlänge) benützt, die mit verdunkelten Seitenwänden senkrecht aneinander gehalten und von unten durch einen schräg gestellten, weissen Karton beleuchtet wurden.

War von den beiden zu vergleichenden Lösungen A und B die eine viel stärker als die andere, so wurde sie zunächst mit einer bestimmten Menge Alkohol verdünnt. Das eine Gefäss I erhielt nun eine Schicht der einen Lösung A, deren Dicke, a *mm*, gemessen wurde; dann wurde in das andere Gefäss II soviel von der anderen Lösung B gegossen, dass die beiden Flüssigkeitsschichten (im durchfallenden Licht) gleich gefärbt erschienen, und die Dicke der Schicht im Gefäss II, b *mm*, gemessen. Aus diesen Zahlen a und b wurde die Konzentrationsdifferenz, natürlich unter Berücksichtigung allenfälliger vorhergehender Verdünnung der Lösungen, berechnet.

Der Vergleich konnte in kurzer Zeit mit der Lösung B oftmals wiederholt werden, so dass Mittelwerte gewonnen werden konnten; zur Kontrolle liess sich die Schicht der Lösung A im Gefäss I

---

leuca stimmt der Beschreibung nach gut mit *A. mexicana β. ochroleuca* Lindl.; die von PRAIN zitierte Abbildung im Bot. Reg. 1844 stellt aber eine Pflanze dar, die in mehreren Punkten, vor allem durch die Form und die dunklere Farbe der Blütenblätter, erheblich abweicht. Hier, wie bei der Verwandtschaft des *Hyoscyamus niger*, zeigt sich ein Mangel an detaillierten systematischen Arbeiten.

1) Auf meine Versuche, die Grösse der individuellen Differenzen zu bestimmen, gehe ich hier nicht ein.

ändern, so dass eine neue Reihe von Werten für die Lösung *B* sich bestimmen liess etc.

Die Dicke der Vergleichsschicht und die Konzentration der Lösung wurden so gewählt, dass ziemlich schwache Intensitäten verglichen werden mussten, und die zu messenden Dicken nicht zu gering ausfielen[1]).

Es stellten sich so für unsere Objekte z. B. folgende Verhältnisse heraus:

1. *A. mexicana*: *A. ochroleuca* . . . = 10,7 : 1,0
2. *A. mexicana*: Bastard . . . . . . = 4,4 : 1,0
3. Bastard : *A. ochroleuca* . . . = 2,3 : 1,0

Zur Probe lässt sich aus Verhältnis 2 und 3 das Verhältnis 1 berechnen; wir finden:

A. mexicana: *A. ochroleuca* . . . = 10,1 : 1,0

statt 10,7 : 1,0, wie wir direkt bestimmten.

Gibt man der Lösung der *A. mexicana* die Stärke 100, so hat demnach die Lösung der *A. ochroleuca* die Stärke 9 und die des Bastards die Stärke 23.

0 % 9 % 23 % 100 %

A. ochrol. Bastard *A. mexic.*

Geben wir aber der Lösung der *A. mexicana* die Stärke 100 und setzen die der *A. ochroleuca* gleich 0, wie wir müssen, wenn wir die Stärke, mit der sich die Anlage der *A. mexicana* im Bastard entfaltet, direkt angeben wollen, so erhalten wir für den Bastard die Zahl 15.

0 % *mex.* 15 % *mex.* 25 % *mex.* 50 % *mex.* 75 % *mex.* 100 % *mex.*

A. ochrol. Bastard *A. mexic.*

Man sieht also, dass der Bastard der einen Elternsippe, und zwar der *A. ochroleuca* mit ihren **blasseren** Blüten, viel näher steht, als der anderen; bei der oben angenommenen Abgrenzung dominiert in diesem Merkmal *A. ochroleuca*.

II. Ähnliche Bestimmungen habe ich für die Bastarde der buntblättrigen „*aurea*“-Sippen der **Mirabilis Jalapa** mit den gewöhnlichen,

1) Diese Methode hat auch den Vorzug, dass sie Selbsttäuschungen besonders erschwert. Wenn man von oben in die Gefässe sieht und gleichzeitig einfüllt, so ist es ganz unmöglich, die Dicke der entstehenden Flüssigkeitsschicht zu beurteilen.

grünblättrigen Sippen durchgeführt[1]); sie ergaben ein Überwiegen der letzteren.

0% 29% 89% 100%

M. J. aurea **Bastarde** ***M. J. typ.***

Die Entfaltungsstärke berechnet sich zu 84:

0% *typ.* 25% *typ.* 50% *typ.* 75% *typ.* 84% *typ.* 100% *typ.*

M. J. aurea **Bastarde** ***M. J. typ.***

Nach unserer Abgrenzung dominiert das Merkmal der typischen Sippen.

Auch hier sind die gegebenen Zahlen Mittelwerte, durch Verwendung je einer Scheibe (von 17,5 *mm* Durchmesser) aus der vorderen Hälfte der Blätter verschiedener Individuen gewonnen. Es ist durchaus nötig, vergleichbare Blätter zu verwerten, da die Hochblätter weniger Chlorophyll enthalten und diese Differenz bei den typischen Sippen ausgesprochener ist, als bei den an und für sich chlorophyllärmeren *aurea*-Sippen. (Für die Kelche ist das Verhältnis *typica* : *aurea* = 100 : 70, statt 100 : 29, wie bei den Laubblättern).

III. Wieder andere Versuche lehrten, dass die Kelche und Brakteen von **Hyoscyamus** (*niger*) **pallidus** nicht weniger Chlorophyll enthalten, als jene des **H.** (*niger*) **annuus**; das dunklere Grün bei dieser letzteren Sippe kommt durch einen schwachen Anthocyangehalt der Parenchymzellen (nicht der Epidermis) zu stande; es ermöglicht, die *annuus*-Exemplare vor dem Aufgehen der ersten Blüte von den *pallidus*-Exemplaren zu unterscheiden.

Auch die Blumenkronen des *H. pallidus* besitzen nicht merklich andere Mengen von Carotin und Chlorophyll, als jene des *H. annuus*; es besteht also keine Correlation zwischen dem Anthocyangehalt und dem Carotin- resp. Chorophyllgehalt der Blumenkronen.

Bei meinen ersten Versuchen hatte ich Reagenscylinder von möglichst gleicher Weite, die durch Calibrieren mit Quecksilber ausgesucht worden waren, benutzt und die Lösung im einen soweit verdünnt, bis beide Lösungen im durchfallenden Licht gleich erschienen. Um in dieser Weise die Bestimmung oft zu wiederholen, muss wenigstens von der einen Lösung eine grössere Menge vorhanden sein. Deshalb schlug ich später den oben geschilderten Weg ein.

1) Über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen. Erste Mitteilung. Diese Berichte, Bd. XX, S. 598 und S. 602. 1902.

Natürlich lassen sich viel feinere Methoden benützen, so z. B. eines der beiden HOPPE-SEILER'schen Colorimeter, oder das Spektrophotometer. Denn dass sich die zwei Flüssigkeitsschichten nur auf 4 *mm* nähern liessen (2 *mm* betrug die Wanddicke der Gefässe), ist ein merklicher Übelstand. Einstweilen genügte mir die verwendete Methode vollkommen; zur Bestimmung der individuellen Variationen wird eine genauer arbeitende nötig sein. Sehr nützlich wäre hierzu auch eine stets herstellbare Kontrollflüssigkeit mit bestimmtem Farbstoffgehalt, wie man sie bei Haemoglobinbestimmungen verwendet.

B.

Schwieriger wird die Bestimmung, wenn der Farbstoff sich nicht unverändert extrahieren lässt, doch kann man auch hier zu bestimmten Resultaten gelangen, wie ein weiteres Beispiel zeigen mag.

IV. Hyoscyamus niger annuus + H. niger pallidus.

Der „*Hyoscyamus niger*" des Tübinger botanischen Gartens und und verschiedener anderer Gärten unterscheidet sich von dem mir aus der Gegend von Tübingen (und Halle) bekannten, spontanen *H. niger* nicht nur durch seine Einjährigkeit, sondern auch durch seine viel stärker violett geaderten Blumenkronen. Ich nenne ihn einstweilen *H. annuus*[1]); zu ihm gehört nach der Abbildung (Taf. 2, Bd. II der Mutationstheorie) auch der *H. niger* DE VRIES'.

DE VRIES lässt *H. niger* über *H. pallidus* dominieren[2]). Ich habe nachgewiesen, dass der Bastard eine merklich heller geaderte Blumenkrone besitzt[3]).

Bis jetzt habe ich drei Generationen in mehr als 6000 Individuen gezogen und finde die Verhältnisse komplizierter, als sie auf den ersten Blick zu sein schienen[4]). Der Bastard tritt in der ersten

1) *Hyoscyamus niger β. annuus* Sims, Bot. Mag. Tab. 2394? Ich kenne noch eine zweite, ebenfalls einjährige Sippe mit stark geaderten Blumenkronen; möglich, dass SIMS diese abbilden wollte. Der *H. agrestis* Kit. ist ebenfalls einjährig, besitzt aber nach den besseren Autoren, z. B. WALLROTH, Blumenkronen, die eher weniger stark violett geadert sind, als jene des spontanen *H. niger*.

2) DE VRIES, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Diese Berichte, Bd. XVIII, S. 87, 1900; Mutationstheorie, IV. Lief., S. 142, 162, 1902. DE VRIES gibt am letzteren Ort die Möglichkeit einer „globalen" Trennung des Bastardes von *H. annuus* zu.

3) Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen etc. Diese Berichte, Bd. XIX, Generalvers.-Heft, S. (80), 1901.

KOELREUTER's Versuch (Dritte Fortsetzung, S. 124, 1766), den ich auf eine vielleicht missverstandene Angabe FOCKE's hierher gezogen hatte, wurde am Ende doch mit Sippen des echten *H. albus* ausgeführt.

4) Ich werde erst noch eine Generation oder zwei ziehen, ehe ich die Ergebnisse vollständig veröffentlichen werde.

und den folgenden Generationen in zwei normal spaltenden Formen auf, einer helleren mit weniger, und einer dunkleren mit mehr Anthocyan in der Blumenkrone. Auch die dunklere ist von dem *H. annuus* fast in jedem Exemplar leicht zu unterscheiden; die hellere natürlich immer. Dieser helleren entspricht der mir bekannte, spontane *H. niger* spont., was die Blütenfarbe anbetrifft; auf sie beziehen sich auch die nachstehenden Versuche.

Zerreibt man die gleiche Anzahl Blumenkronen des *H. annuus* und des Bastardes (getrennt) mit gleichen Volumina einer starken Rohrzuckerlösung (20 pCt.) sehr rasch in Reibschalen und filtriert geschwind durch Gaze, so erhält man zwei Lösungen, von denen die eine, die aus den Blumenkronen des Bastardes, entschieden heller ist, aber in der Nuance um soviel abweicht, dass ein genauerer Vergleich unmöglich ist. Nimmt man zu demselben Quantum Zuckerlösung weniger Blumenkronen von *H. annuus* als vom Bastard, so wird die Intensität ähnlicher, die Nuance aber bleibt zu verschieden. Zerreibt man aber die **halbe** Zahl der *annuus*-Kronen zusammen mit der halben Zahl von *pallidus*-Kronen, so gelingt es oft (nicht immer — die Gründe hierfür wurden nicht untersucht), eine Lösung herzustellen, die in der Nuance genau mit der Lösung aus der **ganzen** Zahl der Bastard-Kronen übereinstimmt. Der Intensität nach ist sie aber meist noch etwas zu dunkel und muss noch etwas verdünnt werden, so dass sich der Anthocyangehalt der Blumenkronen des Bastardes auf etwa 45 pCt. der bei *H. annuus* vorhandenen Menge stellt. Der Bastard besitzt also Mittelstellung, oder es dominiert, wenn man überhaupt von dominieren sprechen will, der anthocyanfreie *H pallidus.*

Durch die Verwendung der Blumenkronen verschiedener Stöcke lässt sich ein wenigstens teilweiser Ausgleich der individuellen Variationen erreichen; zu viel Blumenkronen können nicht verwendet werden, da sonst das Zerreiben zu lange dauert. — Offenbar enthalten die Blumenkronen aller Sippen, auch die des *H. pallidus*, in relativ gleichen Mengen einen Stoff, der das Anthocyan rasch zerstört, sobald er mit ihm zusammenkommt.

C.

In manchen Fällen ist auch diese Methode nicht anwendbar, und dann bleibt nur noch übrig, die Intensität der Färbung bei Elternsippen und Bastarden mit Hilfe einer möglichst ähnlichen Farbstofflösung zu bestimmen, entweder so, dass man mit gleich dicken Schichten von Lösungen von verschiedener, bekannter Konzentration vergleicht, oder so, dass man mit verschieden dicken Schichten einer Lösung von gleichbleibender Konzentration ver-

gleicht. Ich habe nach einigen Versuchen der zweiten Methode den Vorzug gegeben; aber auch sie leidet an verschiedenen Mängeln, von denen der grösste darin besteht, dass, wieder wegen des WEBER'schen Gesetzes, die Intensitätsdifferenz weit hinter der Konzentrationsdifferenz zurückbleibt, und zwar bei den stärkeren Konzentrationen mehr als bei den schwächeren. Auch für sie sei ein Beispiel angeführt.

V. Melandrium album + M. rubrum.

DE VRIES lässt *M. rubrum* dominieren[1]), gibt aber zu, dass „die Bastarde etwas heller zu sein scheinen als *M. rubrum*"[2]), wie ich gefunden hatte[3]). BATESON und Miss SAUNDERS[4]) beobachteten eine volle Übergangsreihe vom Rot des *M. rubrum* bis zum blassesten Rosa. Das fand ich nur bei wildwachsenden Bastarden, wo eine Rückkreuzung nicht ausgeschlossen war; bei den selbst hergestellten Bastarden waren die dunkelsten Blüten noch merklich heller als die hellsten des *M. rubrum*. Die Färbung nahm stets, oft sehr auffallend, vom Rande des Blumenblattes gegen den Nagel hin ab; die Unterseite war immer besonders hell.

Zum Vergleiche wurde in eines der schon beschriebenen, parallelepipedischen Glasgefässe von einer schwachen Lösung von Fuchsin mit etwas Methylenblau so viel eingefüllt, dass die Flüssigkeitsschicht in ihrer Intensität der dicht daneben liegenden Blumenblattplatte entsprach. Entweder wurde Rand und Nagelende der Platte getrennt bestimmt und die Mitte genommen, oder es wurde die Mitte der Platte verglichen. Die Intensität des von unten einfallenden Lichtes durfte während der Versuchsreihe nicht merklich schwanken; als Lichtquelle diente wieder ein schräg gegen das Fenster geneigter, weisser Karton, auf den auch das Blumenblatt gelegt wurde. Das Verhältnis der gemessenen Dicken der Lösungsschichten gab direkt das Verhältnis der Färbungsintensität der verglichenen Blumenblätter an. Jede Bestimmung wurde drei- bis zehnmal wiederholt, die in der auf folgender Seite stehenden Tabelle gegebenen Zahlen sind also Mittelwerte.

Die Zahlen schwanken sehr stark; es sind offenbar verschiedene Faktoren, die das bedingen: individuelle Verschiedenheiten der ganzen Stöcke und solche der Blüten, Altersunterschiede der Blüten, ausserdem wohl auch äussere Einflüsse.

---

1) DE VRIES, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Diese Berichte, Bd. XVIII, S. 86, 1900.

2) DE VRIES, Die Mutationstheorie. Bd. II, S. 153, 1902.

3) Über Levkojenbastarde. Botan. Centralbl., Bd. 84, S. 111, 1900.

4) BATESON and SAUNDERS, Report to the Evolut. Committee of the Royal Society. Rep. I, p. 15, 1902.

Dicke der äquivalenten Farbstofflösungsschicht in Millimetern.

Nummer der Pflanze	*M. rubrum*[1])			*M. album + rubrum*					
	Nummer der Blüte			Nummer der Blüte					
	1	2	3	1	2	3	4	5	Mittel
I . . .	21,8	24,7	21,5	14,5	10,5	8,4	7,8	5	9
II . . .	—	—	—	8,5	7	—	—	—	8
III . . .	—	—	—	14	12	9	—	—	12
	Mittel: 23 (100 pCt.)			Mittel: 11 (48 pCt.)					

Soviel geht aus diesen Zahlen aber jedenfalls hervor, dass von einem Dominieren des Rot nicht die Rede sein kann, dass vielmehr Mittelstellung und Neigung des Weiss zum Überwiegen vorliegt.

Der Zweck der vorliegenden Mitteilung war ein doppelter:

I. Es sollte ein Vorschlag zu einer Verständigung über die Abgrenzung des Dominierens eines Merkmales im Bastard, gegenüber seiner intermediären Ausbildung im Bastard, gemacht werden. Der Natur der Sache nach kann die Grenze nur eine künstliche sein. Bei einer Ausbildung des Merkmales A zu 100—75 pCt. soll A, bei einer zu 25—0 pCt. soll a dominieren, bei 75—25 pCt A soll die Ausbildung intermediär sein.

II. Es sollte gezeigt werden, dass speziell bei den Farbenmerkmalen eine Schätzung der Stellung des Bastardes zwischen den Stammeltern zu Irrtümern geführt hat und führen musste, weil man das Mangeln eines Parallelgehens der Intensitätssteigerung mit der Konzentrationssteigerung einer Farbstofflösung übersehen hatte. Weil das Weber'sche Gesetz auch für die Gesichtsempfindungen gilt, entsprechen schon geringe Abweichungen in der Intensität der Färbung des Bastardes von dem stärker (oder allein) gefärbten Elter starken Konzentrationsänderungen und damit starken Änderungen in der Entfaltungsstärke des Merkmales; umgekehrt sind starke Abweichungen in der Intensität der Färbung des Bastardes von dem schwächer (oder nicht) gefärbten Elter (in der Richtung auf das stärker gefärbte zu) mit geringen Konzentrationsänderungen und damit mit geringen Änderungen in der Entfaltungsstärke des Merkmales verbunden.

So wurde für zwei Bastarde (*Melandrium album + rubrum* und *Hyoscyamus (niger) annuus + pallidus*) gezeigt, dass sie in gewissen

1) Leider hatte ich nur ein einziges Exemplar von Tübingen nach Leipzig mitgenommen; es war kein irgendwie ausgelesenes ♂.

Merkmalen eine annähernd intermediäre Stellung zwischen den Elternsippen einnehmen, und dass nicht, wie behauptet wurde, das Merkmal des einen Elters „ganz oder fast unverändert auf den Bastard übergeht“.

An Stelle der Schätzung des Bastardmerkmales sollte, wo immer möglich, die Messung treten.

Ein totales Dominieren eines Merkmales, seine „volle Ausbildung“, ist zum mindesten seltener, als man angenommen hat.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

21. R. Kolkwitz: Über Bau und Leben des Abwasserpilzes Leptomitus lacteus.

Eingegangen am 26. Februar 1903.

Im XIX. Bd. (1901) dieser Berichte habe ich eine kurze Mitteilung darüber gebracht, dass mir die Reinkultur des *Leptomitus lacteus* gelungen sei und ich im Anschluss daran ein genaueres Studium seiner Lebensgeschichte versuchen würde. Diese Untersuchungen sind jetzt beendet und werden mit Figuren in den Mitteilungen der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung in kurzer Zeit veröffentlicht werden. Die Resultate, welche sich bei diesen Studien ergeben haben, lassen sich etwa folgendermassen kurz zusammenfassen:

I. Reinkultur.

Der Pilz wächst sehr gut auf Mehlwurm. Es genügt aber nicht, dass man beide einfach in Wasser wirft, wie man es bei *Saprolegnia*-Kulturen zu machen pflegt, sondern der *Leptomitus* muss auf die Schnittfläche des Mehlwurms festgedrückt werden. Dann wächst er unter günstigen Verhältnissen gut an und bleibt monatelang lebend.

Von diesem Material impft man auf Gelatineplatten ab, auf denen der Pilz gut gedeiht, wenn er nicht von Bakterien unterdrückt wird, was unter Umständen allerdings leicht geschehen kann.

Sticht man weiter von dem Gelatinematerial an denjenigen Stellen, wo die Fäden regelmässig gewachsen sind, eine Probe heraus, so kann man sie zur Reinkultur in Pepton-Fleischextraktbouillon verwenden. Diese Bouillon besitzt am besten die Zusammensetzung der Bakteriennährlösung, nur muss man Zusatz von Soda vermeiden. Das Kochsalz ist nicht schädlich, aber entbehrlich. Deshalb kann der Pilz auch am Meere vorkommen. Auch für die Kultur von Bakterien ist der Zusatz beider Salze im allgemeinen entbehrlich, wofern es sich nicht um pathogene Keime handelt.

II. Gestalt und Inhalt.

Die Fäden wachsen in der genannten Nährbouillon in derselben regelmässigen Gestalt wie im Freien. Bei veränderten Kulturbedingungen können aber sehr seltsame und unregelmässige Formen entstehen, die sich zur Weiterkultur schlecht eignen.

Die Schwärmsporenbildung erfolgt bei Übertragung in reines Wasser erst nach 2—3 Tagen. Im Gegensatz zu *Saprolegnia*, wo dieser Prozess sich viel schneller abspielt, vermag der Pilz dadurch Schwankungen im Gehalt an assimilierbaren, organischen Substanzen der ihn ernährenden Gewässer unbeschadet seines Längenwachstums besser auszuhalten als *Saprolegnia*.

Eier kommen nach meinen zahlreichen Beobachtungen bei *Leptomitus lacteus* nicht vor. Als Ersatz fungieren, was bisher nicht bekannt war, langlebige Mycelglieder und gemmenartige Gebilde. Dieselben sind sehr widerstandsfähig gegen Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Ammoniak und Sauerstoffmangel, wie im allgemeinen die Fäden des Pilzes überhaupt.

Bei Krümmungen der Fäden entstehen die neuen Seitenglieder auf den Konvexseiten (Morphästhesie NOLL's), eine Eigenschaft, die für den Pilz offenbar von Vorteil ist, wenn er sich gelegentlich zu Klumpen zusammengeballt hat.

Die wesentlichsten organischen Nährstoffe im Innern der Fäden sind Eiweiss und Fett, welche im Bedarfsfalle weitgehend verbraucht werden können, bei gewissen Hungerstadien sogar so weit, dass die Fäden inhaltsleer erscheinen. Die bekannten Cellulinkörner färben sich mit Kongorot, was auf ihre Verwandtschaft mit Cellulose schliessen lässt. Membranverdickungen, welche neben diesen Cellulinkörnern als Wundverschluss in Betracht kommen können, sind nicht selten.

An den Strikturen der Fäden finden sich bisweilen eigentümliche Membranbildungen, bis zu einem gewissen Grade ähnlich den Ringen, Kappen und Scheiden bei *Oedogonium*; es ist möglich, dass bei der Entstehung der Strikturen Membranskulpturen eine Rolle spielen.

III. Physiologie.

Für die Ernährung des Pilzes kommen in erster Linie hochmolekulare gelöste Stickstoffverbindungen in Betracht. Der Pilz erscheint also in bezug auf seine Stickstoffnahrung ähnlich den höheren Tieren ziemlich weitgehend spezialisiert. Wird der stark zur Fäulnis neigenden Pepton-Fleischextraktbouillon mittels geeigneter Filtration durch Schlackestückchen, wobei ein Abbau zu einfacheren Verbindungen stattfindet, die Fäulnisfähigkeit genommen, so wächst der Pilz in der so veränderten, zum Teil schon mineralisierten Nährlösung nicht mehr, sondern schreitet zur Schwärmsporenbildung, selbst wenn die Kultur im fliessenden Nährmedium erfolgt.

Die Kohlenhydrate spielen bei der Ernährung des *Leptomitus* eine untergeordnete Rolle, sind auch für sein Wachstum gänzlich entbehrlich.

Bei allen in Betracht kommenden Abwässern sind es immer die hochmolekularen Stickstoffverbindungen, welche im wesentlichen dem Wachstum des Pilzes förderlich sind; sie dienen ihm zum Aufbau der Eiweissstoffe und der Cellulosehäute, ohne dass dabei stinkende Abfallprodukte entstehen. Bisher konnte ich bei *Leptomitus* nur Ammoniakverbindungen als Ausscheidungsstoffe feststellen. Entsteht er in einem Gewässer erst in einiger Entfernung hinter der Einlaufstelle eines Abwassers, so hängt dieser Befund meist damit zusammen, dass das Rohwasser zu stark alkalisch oder zu stark sauer war und erst durch Verdünnung oder Abstumpfung eine Abschwächung seiner Reaktion erfahren musste. Das wohl ausschliessliche Vorkommen des *Leptomitus* in fliessendem Wasser hat darin seinen Grund, dass er in diesem am besten gegen die Konkurrenz der Bakterien geschützt ist. Würde nämlich das relativ frische Abwasser, in welchem *Leptomitus* leben kann, stagnieren, so würde es schnell der bakteriellen Zersetzung anheimfallen und entweder durch Ammoniak stark alkalisch oder durch Milch- und Buttersäure stark sauer werden, dem Pilz also die Existenzmöglichkeit nehmen. Auch der Sauerstoffschwund in solchem Wasser wird natürlich hemmend auf das Wachstum des Pilzes wirken, doch ist dieser Umstand, wie meine Versuche gelehrt haben, nicht so wesentlich ausschlaggebend wie die Veränderung der Wässer durch massenhafte Entwicklung von Fäulnisbakterien.

Da der Pilz Wärmegrade bis zu 30° C. verträgt, steht seiner Entwickelung durch die Temperaturverhältnisse im Sommer, wenigstens im gemässigten Klima, nichts entgegen. Wenn er im allgemeinen im Winter häufiger zu beobachten ist als im Sommer, so erklärt sich diese Tatsache einmal dadurch, dass z. B. Zuckerfabriken Abwässer

nur im Winter produzieren, und zweitens durch den Umstand, dass im allgemeinen Rieselfelder im Winter ungenügender arbeiten als im Sommer, wodurch den Wasserläufen naturgemäss grössere Schmutzmengen zu dieser Jahreszeit zugeführt werden.

Bezüglich aller näheren Einzelheiten muss auf die ausführliche Arbeit verwiesen werden.

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass die experimentell von mir ermittelten Tatsachen sich mit den Beobachtungen an dem Pilze in der freien Natur decken und bezüglich Abwasserfragen einen ausreichenden Einblick in seine Lebensgeschichte gestatten.

Sitzung vom 27. März 1903.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Poulsen, Prof. Dr. **V. A.**, in **Kopenhagen** (durch E. WARMING und F. BÖRGESEN),

Haussner, Dr. **R.**, Professor an der Grossherzogl. Badischen Technischen Hochschule in **Karlsruhe** (durch L. KLEIN und S. SCHWENDENER).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Brumhard, Philipp, stud. phil. in **Breslau**,
Ruttner, Franz, in **Prag**,
Esser, P. **HJ.**, in **St. Gabriel** bei Mödling-Wien,
Hoffmeister, Dr. **Camill**, in **Trautenau**,
Lloyd, L. G., in **Cincinnati** (O.) U. S. A.,
Porsild, Morten, mag. sc. in **Kopenhagen.**

Der Vorsitzende gedenkt zunächst des schmerzlichen Verlustes, welchen die Gesellschaft durch den am 5. d. M. erfolgten Tod ihres Ehrenmitgliedes, des

Herrn Professor Dr. **Michaël Woronin,**

Mitgliedes der Kaiserl. Russischen Akademie der Wissenschaften, erlitten hat und widmet den hervorragenden Eigenschaften des Verstorbenen als Forscher und Mensch warme Worte der Erinnerung. Um das Andenken desselben zu ehren, erhoben sich die Anwesenden von ihren Plätzen. Die Veröffentlichung eines Nekrologes bleibt der nächsten Generalversammlung vorbehalten.

Herr P. MAGNUS legte vor die soeben erschienene erste Serie von O. JAAP: Fungi selecti exsiccati. Dieses Exsiccatenwerk ist namentlich für die genauere Kenntnis norddeutscher Pilze wichtig. Von besonderem Interesse sind die ausgegebenen Uredineen, die in ihren sämtlichen Fruchtformen vorliegen, so die Melampsoren auf *Populus tremula* mit den zugehörigen Caeomen, die der Herausgeber am Standorte in ihrer Entwickelung genau verfolgt und eingesammelt hat, so die *Melampsora allii-populina* Kleb. und *Mel. allii-fragilis* Kleb., deren ausgegebene Caeomen auf *Allium Schoenoprasum* von KLEBAHN selbst aus der ausgegebenen Teleutosporenform erzogen worden sind,

so die *Puccinia ribesii-caricis* Kleb. auf verschiedenen Wirtspflanzen, und die interessante autöcische *Puccinia variabilis* Grev. mit Äcidien, Uredo- und Pucciniasporen auf *Taraxacum*.

Ferner legte Herr P. MAGNUS das Tableau des principaux champignons comestibles et vénéneux par PAUL DUMÉE vor. Es sind auf einer Tafel die essbaren und giftigen Schwämme Frankreichs abgebildet und am Rande kurze populäre Beschreibungen der abgebildeten Arten nebst Angabe ihres praktischen Wertes (resp. Giftigkeit), sowie ihres Auftretens gegeben. Auch gibt eine kurze Anleitung wichtige Hinweise zur Vermeidung der Vergiftungen durch Pilze. Von dieser belehrenden Tafel haben die Herren PAUL DUMÉE und der Verleger PAUL KLINCKSIECK 1000 Exemplare der Société mycologique de France zur unentgeltlichen Verteilung an Interessenten in hochherziger Weise zur Verfügung gestellt.

Herr Prof. Dr. LINDNER legte eine Reihe Tafeln aus seinem soeben erschienenen „Atlas der mikroskopischen Grundlagen der Gärungskunde“ vor (Verlagsbuchhandlung PAUL PAREY) und erläuterte die Methoden der sog. „Tröpfchen-“ und „Adhäsionskultur“, deren Bilder in ausgezeichneter Weise der mikrophotographischen Aufnahme zugänglich sind. Die Sammlung dieser Photogramme ist in den letzten 15 Jahren erfolgt, und haben die zahlreichen Beziehungen des Instituts für Gärungsgewerbe zur grossen Praxis dazu beigetragen, dieselbe so reichhaltig wie möglich zu stande zu bringen.

Mitteilungen.

---

22. H. Potonié: Zur Physiologie und Morphologie der fossilen Farn-Aphlebien.

Mit Tafel VIII.

Eingegangen am 27. Februar 1903.

Die eigentümlichen „Aphlebien“ auf den Farnwedeln haben eine ganze Anzahl Namen erhalten; sie heissen auch Adventivfiedern (pinnae adventitiae), deutsch Zusatzfiedern, ferner anomale und accessorische Fiedern und wurden unter den „Gattungs“-Namen *Aphlebia* Presl 1838 (ex parte) non Brunner von Wattenwyl 1865, p-*Aphlebia* Potonié (Natürl. Pflanzenfam. I, 4, 1900, S. 503), *Rhacophyllum* Schimper, *Pachyphyllum* Lesquereux beschrieben. Die in Rede

stehenden Gebilde können Schutzfiedern sein, aber sie sind wohl auch der Wasseraufnahme angepasst und können dann als Taublättchen (Hydrofoliola, -pinnae oder -pinnulae) bezeichnet werden.

Wie wir sehen werden, gibt es zwischen den typischen Aphlebien und den anderen spreitig entwickelten Foliolis alle möglichen Übergänge; sofern diese Zwischenbildungen mehr zu den „normalen" Foliola neigen, sei für diese in Zukunft der Ausdruck aphleboïde Bildungen, Foliola und dergl. reserviert.

Historisches. — Die Aphlebien, wie sie namentlich an paläozoischen Farnwedeln bekannt sind, die aber auch bei einigen wenigen heutigen tropischen Farnen vorkommen, haben durch ihre Auffälligkeit, namentlich bei *Pecopteris*-Arten, seit langem die Aufmerksamkeit der Paläobotaniker erregt[1]). Ursprünglich wurden sie für Algen gehalten. Man vergleiche z. B. GUTBIER's Taf. I (Zwickauer Schwarzkohlengebirge 1835, S. 11 seq.), deren Figuren allermeist einzelne abgefallene Aphlebien darstellen, die unter dem Namen *Fucoides* beschrieben wurden.

LINDLEY und HUTTON bildeten die Aphlebien der *Pecopteris plumosa* (= *Sphenopteris crenata* L. et H.) noch ansitzend unter dem Namen *Schizopteris adnascens* (Foss. fl. of Great Britain II, 1833—1835, p. 57—60, T. 100 und 101) ab. Sie vermuteten, dass es sich in diesen Gebilden um das Individuum einer besonderen Farnspezies handle, die die Hauptspindel des Exemplares ihrer *Sphenopteris crenata* hinaufgeklettert sei, indem sie ihre *Schizopteris* ausdrücklich mit unseren heutigen tropischen kletternden Lygodien und Hymenophyllaceen vergleichen. GOEPPERT (Foss. Farne 1836, S. 266) sagt von dieser *Aphlebia* sich dem anschliessend: „Ward gleichzeitig um den Stengel eines andern fossilen Farrnkrautes, *Sphenopteris crenata* (*Cheilanthites crenatus*), befestigt gefunden, scheint also wahrscheinlich kletternd ähnlich den Lygodien und Hymenophylleen der Jetztwelt gewesen zu seyn." Er stellt denn auch die vermeintliche Art zu seiner Gattung *Trichomanites* [*T. adnascens* (L. et H.) Goepp.]. PRESL (in STERNBERG, Flora der Vorwelt, II. Lief. 5/6, 1833, S. 11) nahm denselben Standpunkt ein; seine *Aphlebia adnascens* (wie er die LINDLEY-HUTTON'sche *Schizopteris* umbenennt) sei ein kletterndes Rhizom gewesen. PRESL waren übrigens die Aphlebien an der Wedelstielbasis der heutigen tropischen *Hemitelia capensis* bekannt; aber auch diese hielt er für eigene Pflanzen, die er unter dem Namen *Trichomanes incisum* (= *T. cormophytum* Kaulfuss) beschrieb, also für eine Hymenophyllacee hielt[2]).

---

1) Abbildungen vergleiche z. B. in meinem Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie 1899, S. 108, Fig. 96; S. 109, Fig. 97, 98; S. 139, Fig. 132, 133; S. 141, Fig. 137.

2) Der Bearbeiter der recenten Farne in ENGLER's Natürlichen Pflanzenfamilien, Herr Privatdozent Dr. L. DIELS, teilt mir freundlichst zu obigem noch mit: „THUNBERG's *Trichomanes incisum* (Flor. Capens. 737) gilt für eine Aphlebie von *Hemitelia*

Wegen des Mangels von Adern in den in Rede stehenden Aphlebien wies dann A. BRONGNIART (Hist. des vég. foss. 1836, p. 386) zunächst auf *Jungermannia* und Lebermoose überhaupt als recenten Vergleichsobjekten hin, indem er betonte, dass die von ihm aufgestellte Gattung *Schizopteris* Adern besässe. Später lässt dieser Autor (Tableau 1849, S. 34) die systematische Zugehörigkeit ganz zweifelhaft.

Noch in den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts waren Paläobotaniker der Meinung, dass die Aphlebie von *Pecopteris plumosa* eine besondere Spezies sei. So sagt H. B. GEINITZ (Versteinerungen der Steinkohlenflora in Sachsen, 1855, S. 19) von *Schizopteris Gutbieriana*, wie er die in Rede stehende Aphlebie nennt, sie werde „nicht selten auf der Spindel“ von *Pecopteris plumosa* „aufsitzend gefunden“.

Bei SCHIMPER lesen wir (Traité I, 1869, p. 686) von derselben Aphlebie: „C'est très-probablement la végétation primordiale, espèce de prothallium du *Sphenopteris* sur lequel ce fossile se rencontre.“ In den allgemeinen Diagnosen über *Rhacophyllum* (l. c. S. 684) sagt er nur: „Il est plus que probable que les fossiles dont il est question ici représentent les frondes primaires des Fougères à proximité desquelles on les rencontre.“ Später meint unser Autor (SCHIMPER-SCHENCK, Paläophytologie, Lief. 2, 1880, S. 143) von den grossen, bisher noch nicht in organischem Zusammenhang mit anderen Wedelresten aufgefundenen Aphlebien, „es könnten dieselben eigentümlich ausgebildete sterile Farnblätter sein, wie wir solche bei *Platycerium*, *Drynaria* u. a. sahen.“ Die kleinen Aphlebien, wie die *Aphlebia adnascens*, nennt er Adventivfiedern (S. 143); vorher (S. 142) spricht er von „Stützblättchen“.

STUR [Culmflora 1875, S. 196, (302)ff] betont ebenfalls, dass die Aphlebien sich in organischem Zusammenhange mit den Wedelresten, auf denen sie sitzen, befänden; er erklärt sie für „Stipulargebilde“, die nicht nur an der Basis der Hauptspindel, sondern auch an der Basis von Primär- bis Tertiärspindeln auftreten. Sie hätten nach diesem Autor [l. c. S. 207 (307)] die Aufgabe gehabt, „das in dem ersten Entwickelungsstadium begriffene Blatt selbst, als auch die respektiven Teile desselben . . . . besonders einzuhüllen und deren Ausbildung zu schützen.“ Er stellt schliesslich (S. 202) alle aphlebiierten fossilen Arten zu den Marattiaceen, da diese, wenn auch nur an der Basis ihrer Hauptwedelspindeln, wohl individualisierte Nebenblätter (Stipulae) besässen.

capensis, doch ist die Sache nicht ganz sicher. Keiner hat bisher THUNBERG's Original geprüft, und THUNBERG selbst setzt seine Artdiagnose unter eine Gattungsdiagnose, welche typische *Trichomanes*-Sori und -Sporangien beschreibt. Die mag er ja nun allerdings irgendwo entlehnt haben; jedenfalls scheint niemand irgend etwas seinem *Trichomanes incisum* Entsprechendes gefunden zu haben, als eben *Hemitelia*-Aphlebien.“

Schon SCHIMPER (1880), dann auch SOLMS-LAUBACH (Einleitung 1887, S. 136) und SCHENK (Foss. Pflanzenreste 1888, S. 24—25) lehnen die Zuweisung zu den Marattiaceen ab. Der letztere sagt diesbezüglich: „Bei den Marattiaceen kommen an der Basis der Blattstiele, aus derselben sich entwickelnd, Stipularbildungen vor, welche dick, fleischig oder membranös (*Angiopteris*, *Marattia*, *Danaea*) entwickelt sind. Bei den Cyatheaceen und Gleicheniaceen, ..., sind durchaus andere Blattbildungen vorhanden (*Hemitelia*, *Cyathea*, *Gleichenia*). Sie sind hier laubartig, gefiedert, ihre Fiederung ist von jener der eigentlichen Blätter verschieden und kann wohl auch fehlen. Sie finden sich an dem unteren Teile der Blattstiele, an dem mittleren auf der Fläche derselben, an der Basis der primären und sekundären Verzweigungen." Mit den letztgenannten Bildungen nun stimmen die Aphlebien der fossilen Farne allein besonders nahe, wenn nicht ganz überein, und zwar nicht nur hinsichtlich ihrer Beschaffenheit, sondern offenbar auch hinsichtlich ihrer Funktion.

Über die Aphlebien von der Ausbildung derjenigen wie bei *Pecopteris plumosa* hatte ich mir selbst die Vorstellung gebildet (vergl. z. B. meine Erwiderung auf WESTERMAIER's Besprechung meiner Rede über „Die von den fossilen Pflanzen gebotenen Daten für die Annahme einer allmählichen Entwickelung vom Einfacheren zum Verwickelteren," 1902, S. 110), dass sie vielleicht „auf den Aussterbeetat gesetzte Reste seien, die aber nicht bloss, wie die dekursiven Fiederchen, ihrer Stellung, sondern überdies auch ihrer Form nach an weit entlegene Bauverhältnisse der Vorfahren erinnern." Damit wollte ich also besonders ausdrücken, dass die Sache weiterer Untersuchung bedarf. Herr WESTERMAIER deutet, einer Äusserung GOEBEL's folgend, die Aphlebien als Schutzfiedern. Herr Professor GOEBEL hatte schon vorher die Freundlichkeit gehabt, mich darauf aufmerksam zu machen, dass die Aphlebien auch noch (vergl. seine „Organographie" 1889—1901, S. 540) eine ganz andere Funktion haben könnten, nämlich diejenige der Wasseraufnahme. Da sich diese Deutungen mit den mir bis damals bekannten Tatsachen an fossilen Resten vertrugen, ja gewisse derselben sogar eine direkte Unterstützung zu bieten schienen, bin ich der Sache nachgegangen, um zu sehen, inwieweit eine Begründung für diese Anschauung möglich sein würde. Es ist mir nun geglückt, im geologischen Landes-Museum (im Hause der Königl. Geologischen Landesanstalt in Berlin) Belegstücke aufzufinden, die, so gut es von fossilem Material verlangt werden kann, mit den zuletzt erwähnten Deutungen in Einklang gebracht werden können. Ich habe darüber bereits in dem von HANS KRAEMER herausgegebenen Werk „Weltall und Menschheit" (II, Berlin 1903, S. 388, Fig. auf S. 389 und 390) kurz berichtet. In der Figur auf S. 390 des genannten Werkes habe ich die Abbildung

eines jungen Wedels von *Pecopteris plumosa* mit noch eingerollten Fiedern 1. Ordnung geboten, die von Aphlebien, und zwar bereits von derselben Grösse wie diejenigen an erwachsenen Wedeln, ober- und unterseits wie bei einem Buch die Seiten von ihren beiden Buchdeckeln bedeckt und geschützt werden. Ich habe in dem vorgenannten Museum nicht weniger als drei solcher jungen Wedel aus dem produktiven Carbon des Saar-Revieres aufgefunden, von denen unsere Figur (auf Tafel VIII) einen veranschaulicht. Die Aphlebien — und das ist besonders wichtig — sind also bei diesen drei jungen Wedeln — von denen der grösste nur etwas über 1 *dm* lang ist (vergl. Tafel VIII), während die erwachsenen Wedel den Resten nach zu urteilen sehr gross gewesen sein müssen — bereits ganz oder fast ganz ausgewachsen und vollständig entwickelt. Die Aphlebien stehen am Grunde der noch eingerollten Fiedern 1. Ordnung und bedecken und überragen sogar beträchtlich die eingerollten Fiedern. Auf der Vorderseite der Wedel sind zwei Zeilen von Aphlebien nach rechts und links aufwärts gerichtet vorhanden, entsprechend den zwei Zeilen eingerollter Fiedern 1. Ordnung, und es ist hervorzuheben, dass auch die Rückseite der Wedel zwei solcher Zeilen Aphlebien aufweist. Die noch eingerollten Fiedern werden demnach durch schnell vorausgebildete Fiedern, von Erstlingsfiedern, so lange die ersteren noch aus weichem, sehr saftigem Gewebe bestehen, geschützt. „Die Aphlebien — sage ich weiter an der angeführten Stelle — sind also Schutzfiedern, sie gehören in dieselbe Kategorie wie etwa die klebrigen Knospenschuppen der Rosskastanie oder der Pappeln, welche die noch sehr kleinen und daher äusserst zarten, unentwickelten Laubblätter in der Knospe schützen. Vielleicht haben die Aphlebien — womit ihre eigentümliche Gestalt in Einklang stehen würde — noch die Bedeutung wasseraufnehmender Organe, die gewiss für die schnell aufwachsenden grossen Wedel, um die es sich handelt, von Wichtigkeit gewesen sein können.“ Ich mache dann noch auf die mit der *Pecopteris plumosa* im Saar-Revier zusammen vorkommende und mit derselben vielleicht nahe verwandte *Pecopteris pennaeformis* aufmerksam, die aber keine Aphlebien besitzt, dafür aber auffallend stark mit Spreuschuppen besetzte Wedelspindeln zeigt, und Spreuschuppen sind ja ebenfalls Schutzorgane, in erster Linie gegen zu starke Verdunstung der in der Entwickelung begriffenen Wedel. Narben von Spreuschuppen kommen nun allerdings, wenn auch nicht so auffällig und zuweilen überhaupt nicht sichtbar, bei der Aphlebien besitzenden *Pecopteris plumosa* vor. Das spricht dafür, dass die letztgenannten merkwürdigen Organe in der Tat wohl auch (oder wesentlich?) der Aufnahme von Wasser dienten.

So steht die Frage nach der Bedeutung der Aphlebien bei fossilen Farnen bis jetzt, und es ist nun die Aufgabe des Folgenden, zuzusehen, ob auch die übrigen Tatsachen mit der gebotenen Auslegung

in Einklang zu bringen sind, vor allem, ob sich keine Widersprüche bieten, und wenn nicht, eine Entscheidung zu versuchen, ob es sich in den Aphlebien eher um wasseraufnehmende Organe, um Hydropinnae handelt und die Funktion des Schutzes erst in zweiter Linie in Betracht kommt. Hinsichtlich der Morphologie der Aphlebien wäre die Frage zu ventilieren, inwieweit sie sich phylogenetisch an Früheres anknüpfen lassen.

Zur Physiologie der Aphlebien. — Die dickfleischigen Nebenblätter der Marattiaceen gewähren den sich entwickelnden, von ihnen rechts und links flankierten Trophosporophyllen einen Schutz, so lange die letzteren sich noch in ihrem allerfrühesten Jugendzustande befinden. RACIBORSKI namentlich hat jedoch (Bull. intern. de l'académie des sciences de Cracovie, Januar 1902) noch auf eine andere, vielleicht wichtigere Funktion dieser Nebenblätter hingewiesen, indem sie nämlich nicht nur, wie den Gärtnern bekannt, in den Kulturen, sondern auch in der freien Natur als Fortpflanzungsorgane dienen, die leicht Adventivknospen bilden.

Hemitelia capensis besitzt ebenfalls an der Basis des Wedels blattartige Gebilde. Auch diese sind bereits voll entwickelt, während sich der dazu gehörige Wedel noch im vollen Jugendzustande befindet; wenigstens teilt mir Herr Geh. Regierungsrat Prof. A. ENGLER freundlichst nach einer Beobachtung mit, die er am Cap gemacht hat, dass die Stammgipfel der *Hemitelia*-Exemplare schon viele Aphlebien erkennen lassen, bevor noch die Wedel entwickelt sind. Die vollständig erwachsenen Wedel besitzen nach dem Genannten nur noch seltener ansitzende Aphlebien, die also leicht abfällig sind. Daraus geht hervor, dass ihre Funktion wesentlich dem Jugendzustande des zugehörigen Wedels zu gute kommt. Dass sie etwas anderes als Schutzorgane gegen mechanische Angriffe, wie die Marattiaceen-Nebenblätter in der ersten Jugend, oder gegen Verdunstung, wie Spreuschuppen sein müssen, geht aus ihrer Beschaffenheit hervor. Sie erinnern schon äusserlich gesehen und ihrem Baue nach an *Hymenophyllum*, sind also nicht wie die Spreuschuppen und die sonst nur als Decken funktionierenden Organe aus trockenen Geweben zusammengesetzt; auch durch ihre zarte Gestaltung lassen sie sich nicht physiologisch zusammen mit den Organen wie den Knospenschuppen bringen; es liegt also ihre Deutung als Taufoliola sehr nahe. GOEBEL sagt in seiner Organographie (1898—1901, S. 540) von den *Hemitelia*-Aphlebien: „Meiner Ansicht nach, welche auf dem Aussehen und dem anatomischen Bau . . . . begründet ist (lebendes Material lag mir leider nicht vor), handelt es sich um eine Ausbildung der basalen Blattfiedern zur Wasseraufnahme. Die Pflanze wächst in feuchten Schluchten, in der Nähe von Wasserfällen etc. Dieser Standort hat, wie bei den Hymenophyllen . . . ., eine Veränderung zur Folge ge-

habt, welche hier sich aber nur auf einen Teil des Blattes erstreckt. Die basalen Fiedern sind fein zerteilt, die Spreite ist viel weniger entwickelt als bei den „normalen" Blattfiedern . . . . Sie ist dünn, wahrscheinlich benetzbar und gleicht in ihrer Struktur der der . . . . *Teratophyllum*-Blätter insofern, als zwar auch hier auf einer Seite des Blattes noch Spaltöffnungen vorhanden, die Intercellularräume aber sehr klein sind. Bei den Hymenophylleen ist die . . . . angeführte Anpassung eine ganz allgemeine geworden, wir kennen keine Hymenophyllee, die mit Spaltöffnungen versehen wäre."

Auch Herr Prof. R. v. WETTSTEIN teilt mir freundlichst mit, dass er in Süd-Brasilien auf dem Jaragua bei São Paulo einen Baumfarn (*Alsophila?*) beobachtet hat, der in den Wäldern der mittleren Bergregion sehr häufig war, an dem sehr schöne Aphlebien an der Basis der Wedelstiele auftraten. Auch diese zeigen bereits in dem eingerollten Zustande des Wedels weite Entwickelung und hüllen seitwärts den jungen Wedel ein.

Zwischen Foliolis, die ausschliesslich oder fast ganz dem Schutz (mechanischen oder gegen zu starke Verdunstung) zarterer, in der Entwickelung begriffener Organe dienen, und den Tropho- oder Trophosporofoliolis gibt es Übergänge. GOEBEL macht z. B. auf eine *Nephrolepis*-Art (l. c. S. 514) aufmerksam, bei der jede Fieder des einfach gefiederten Wedels an seiner anadromen Basis einen Lappen besitzt, der die eingerollte Wedelspitze deckt. Dieser Lappen entwickelt sich seiner angedeuteten Funktion entsprechend frühzeitig. Bei gewissen Gleicheniaceen hingegen sind es individualisierte Fiedern (vergl. l. c. S. 514—515), die den Knospenschutz besorgen. Es ist bemerkenswert, dass (vergl. GOEBEL, l. c. S. 515) namentlich die mit dichter Behaarung oder Spreuschuppen versehenen Gleicheniaceen keine solche Schutzfiedern besitzen.

Gehen wir nun zu den fossilen Farnen über.

Die im Vorausgehenden mitgeteilte Tatsache des Vorkommens bereits vollständig ausgewachsener Aphlebien an noch ganz jugendlichen Wedeln von *Pecopteris plumosa* spricht dafür, dass die Funktion der Aphlebien jedenfalls mit dem Jugendzustande der Wedel zusammenhängt, und bei dem zweifellosen Schutz, den sie den noch eingerollten Fiedern der genannten Spezies durch ihre Stellung bieten, lässt sich ihre Bezeichnung als Schutzfiedern gewiss rechtfertigen. Die Aphlebien wären danach — wenn wir ausser dem oben angeführten Beispiel bei Gleicheniaceen auch einmal eins der Angiospermen heranziehen — mit den Nebenblättern des Tulpenbaumes (*Liriodendron tulipifera*) zu vergleichen, die ebenfalls schon ganz erwachsen sind, wenn die Hauptblattspreite sich noch zwischen den miteinander verwachsenen Nebenblättern in der Knospenlage eingebettet finden, zusammen mit dem Vegetationspunkt der Sprossspitze.

Gewisse Thatsachen machen es nun aber notwendig, die Frage zu ventilieren, ob die Aphlebien von *Pecopteris plumosa* nicht in erster Linie Hydrofoliola sind. Das kräftige Wachstum junger Wedel, die sich zu bedeutender Grösse entwickeln, macht einen ergiebigen Wasserzufluss notwendig, um so mehr, so lange das epidermale Gewebe noch nicht hinreichend entwickelt ist und genügenden Schutz gegen die Verdunstung zu bieten vermag.

Die Aphlebien der *Pecopteris plumosa* haben durchaus den Habitus gewisser „Taublätter“, d. h. Blätter, die befähigt sind Tau zu sammeln und für die Pflanze nutzbar zu machen; sie gehören ja, äusserlich gesehen (mehr kennen wir nicht), zum Hymenophyllaceen-Typus, und zwar so auffallend, dass sie — wie im historischen Teil erwähnt — sogar als Hymenophyllaceen beschrieben worden sind. Es sei auch auf die durchaus *Hymenophyllum*-Wedel-artigen Aphlebien bei *Alloiopteris quercifolia* aufmerksam gemacht. Sie stehen anadrom an der Basis der Fiedern 1. Ordnung und sind sehr gross, während diejenigen an der Basis der Fiedern 2. Ordnung klein sind (vergl. STUR's Culmflora 1875, Taf. XV, Fig. 12), was wiederum auf ihre funktionelle Tätigkeit hauptsächlich in der Jugend des Wedels hinweist.

Sehr bemerkenswert ist es nun, dass an ganz jungen, unentfalteten fossilen Wedeln Aphlebien vorkommen, die als Schutzfiedern deshalb nicht recht angesprochen werden können, weil sie nichts zu schützen haben. In meiner Flora des Rotliegenden von Thüringen (Berlin 1893, Taf. XIX) habe ich einen solchen jungen Wedel abgebildet. Zunächst sei darauf hingewiesen, dass die dorsiventral gerichteten beiden Aphlebienzeilen, die den noch eingerollten kräftigen jungen Wedel in voller Entfaltung und offenbar definitiver Grösse bekleiden, wiederum dem Blatttypus der Hymenophyllaceen angehören, indem sie an die kreis-nierenförmig beblätterten *Trichomanes*-Arten erinnern, einem Typus, den der Paläobotaniker als *Cyclopteris* bezeichnet. Zwischen den ebenfalls wie Buchdeckel zusammen passenden Aphlebien von *Cyclopteris*-Form finden sich nun aber an unserem Rest keine jugendlichen anderen Fiedern, die geschützt werden könnten. Um diesbezüglich ganz sicher zu gehen, habe ich eine *Aphlebia* partiell in der Nähe ihrer Ansatzstelle wegpräpariert, um mich genau zu vergewissern, ob wirklich nichts unter ihr liegt. Es kam aber nur die darunter liegende Aphlebie der anderen Zeile zum Vorschein. In diesem Falle würde man also die Aphlebien bis auf weiteres vielleicht besser als Hydropinnae ansehen, mit der Einschränkung freilich, dass die jeweilig gipfelständigsten doch wieder insofern als Schutzfiedern wirken, als sie die eingerollte Wedelspitze schützen. Durch die nach dem Centrum der Wedelspitzen-Spirale strahlenden, hier befestigten Aphlebien decken sich mehrere derselben gegenseitig partiell, sodass in der Tat gewiss ein gutes Schutzmittel ent-

steht, das zu demjenigen hinzukommen würde, das schon die Einrollung der Wedelspitze allein bewerkstelligt. Das Vorhandensein dieser schützenden Einrollung treibt aber wiederum den Gedanken in die Richtung, dass die Aphlebien nur mehr zufällig Schutzmittel, in erster Linie aber Hydropinnae sind.

Zu welchen anderen Wedelresten mit sogenannten normalen Fiedern die erwähnte *Cyclopteris* (*C. scissa*) gehört, lässt sich nur vermuten. Es ist möglich, dass diese *Cyclopteris*-Fiedern Aphlebien einer *Odontopteris* sind, wie das GRAND'EURY für sehr wahrscheinlich hält. Eine ganzrandige grosse *Cyclopteris*-Form, die unter dem Namen *Cyclopteris trichomanoides* bekannt ist, wird aber noch an einem Rest aus Westfalens Carbon in organischem Zusammenhang mit einem gut erhaltenen Wedelrest einer imparipinnaten *Neuropteris* von VON ROEHL abgebildet. Dieses interessante Wedelstück ist über 2 *dm* lang. Die Hauptspindel ist einmal gegabelt und das Fussstück der Gabel trägt grosse Fiedern von *Cyclopteris trichomanoides*, die bis dreifach gefiederten Gabeläste jedoch *Neuropteris*-Fiedern. Es ist ein glücklicher Zufall, dass bei diesem Rest die — wie wir gesehen haben — offenbar an den ausgewachsenen Wedeln leicht abfälligen Aphlebien noch haften geblieben sind.

Auch sonst sind grosscyclopteridische Fiedern als Aphlebien grösseren Wedelresten ansitzend bekannt; so liegt mir ein schöner Rest von *Odontopteris Coemansi* mit cyclopteridischen Aphlebien vor, den ich in der demnächst erscheinenden 1. Lieferung meines Werkes „Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzenreste“ veranschauliche.

Die leichte Abfälligkeit der Aphlebien insbesondere weist darauf hin, dass ihre Funktion im Dienste der jungen, im Aufwachsen begriffenen Wedel steht.

Auf Seite 162 und 163 gebe ich eine Übersicht schöner Beispiele von aphlebiierten fossilen Wedeln; ich lege kein Gewicht darauf, eine vollständige Liste zu bieten, da auch die folgende vollauf genügt, um die Variabilität in der Form der Aphlebien, ihr Auftreten am Wedel und ihre Häufigkeit namentlich bei Carbonfarnen zu demonstrieren.

Zur Morphologie der Aphlebien. — Hat man die Funktion eines Organes hinreichend erkannt, so ist damit die weitere Erforschung desselben noch bei weitem nicht beendet. Besonders wichtig ist dann noch die Frage nach der morphogenetischen Herkunft dieses Organes, d. h. die Frage: Wie knüpft sich dasselbe phylogenetisch an frühere Organe an.

Ich habe diesbezüglich wiederholt in meinen Schriften zum Ausdruck gebracht (vergl. vorn S. 155 und ferner z. B. Lehrb. der Pflanzenpalaeontologie, 1899, S. 119), dass sie vielleicht als Überreste, Erinnerungen, an gewisse Eigentümlichkeiten zu deuten seien, die die Wedel der ältest bekannten Farne zeigen, also die Vorfahren der aphlebiierten Farne.

Dies sei im folgenden näher begründet.

Die ältesten Farne, die wir kennen, diejenigen des Silur und Devon, besitzen keine typischen Aphlebien, dafür ist aber das (stete?) Vorhandensein kleinerer Fiedern resp. Fiederchen zwischen den grösseren, d. h. die „ununterbrochene" Fiederung (folia interrupte-pinnata) auffällig. Der Kürze halber will ich solche kleinere Fiedern als „Zwischenfiedern" oder -Fiederchen etc. bezeichnen[1]. Es kommt hinzu, dass die Fiederchen bei den meisten dieser Farne (den Archaeopteriden) zum Fächeraderungs-Typus gehören, wie *Cyclopteris*, und dass ferner der Typus *Rhodea*, der dem vieler anderer Aphlebien habituell gleicht, insbesondere die ältesten und älteren Formationen des Palaeozoicum (inkl. Culm) charakterisiert. Wenn wir nach Analogie von Fällen aus der heutigen Pflanzenwelt annehmen, dass ursprünglich die Zwischenfiedern neben der Funktion der Ernährung, da sie die am Wedel zuerst entwickelten sind, auch die des Schutzes der später entwickelten Fiedern und der Wasseraufnahme übernehmen, so ist es wohl begreiflich, wenn sich im Verlaufe der Generationen auch eine formale Verschiedenheit zwischen den zuerst gebildeten Fiedern und den späteren zur Geltung bringt, wie wir sie dann bei den typisch aphlebiierten Farnen beobachten. Das gilt für die cyclopteridisch aphlebiierten Farne, deren Aphlebien etwa die Stellung von Zwischenfiedern einnehmen.

Bei den aphlebiierten Farnen, deren Aphlebien Basalfiedern von Fiedern erster Ordnung sind, wie das bei *Pecopteris plumosa* zu sein scheint und für viele andere fossile Wedel sicher ist, gilt dieselbe Erwägung wie im ersten Falle, denn auch die basalen Fiederchen oder Fiedern erster Ordnung sind die erstentwickelten und daher die geeignetsten, sich einem Schutzbedürfnis der später entwickelten anzupassen und der Wasseraufnahme für den Gesamtwedel.

In beiden Fällen handelt es sich um dieselbe Erscheinung, wie wir sie auch sonst an manchen Blättern beobachten. BERRY z. B. hat (The Origin of Stipules in *Liriodendron*. Bull. Torr. Bot. Club, 28. September 1901, S. 793 ff.) nachzuweisen gesucht, dass die so trefflich schützenden Nebenblätter von *Liriodendron tulipifera* phylogenetisch aus Basallappen der Hauptblattspreite hervorgegangen sind.

Eine scharfe Grenze zwischen typischen Aphlebien und normalen Foliola ist hinsichtlich der Form derselben und ihrer Stellung denn auch in der Tat nicht vorhanden, wie aus unserer Liste, S. 162, hervorgeht. Man wird z. B. zweifelhaft sein, ob man die so oft bei der Gattung *Ovopteris* (die im Palaeozoicum namentlich dem oberen produktiven Carbon und dem Rotliegenden angehört) auftretenden

---

1) Bisher nannte ich sie decursive (= herablaufende) Fiedern etc., jedoch ist dieser Ausdruck nicht ganz exakt.

(Fortsetzung auf Seite 164.)

Verzeichnis aphlebiierter fossiler Wedel.

„Gattungs-" resp. „Art-" Namen nach der Form der sog. normalen Fiedern resp. Fiederchen	Stellung der Aphlebien oder aphleboiden Bildungen am Wedel	„Gattungs-" resp. „Arten-" Namen nach der Form der Aphlebien oder aphleboiden Bildungen resp. kurze Beschreibung der Gebilde	Abbildungen in der Litteratur
Aphlebia	Einem dicken Spindelrest ansitzend.	Fiederig aufgebautes Gebilde, das in zerschlitzt franzige Fiederchen ausgeht.	Grand'Eury, Gard „1890" (1892), Taf. 12, Fig. 15.
Archaeopteris Roemeriana .	An der Hauptspindel, insbesondere wie die Nebenblätter der Marattiaceen an der Basis des Wedelstieles.	Schmalere bis schuppenförmige Fiedern.	Nathorst, Oberdevon-Flora der Bären-Insel. 1902, Taf. 4, Fig. 3—7.
Ovopteris Lescuriana . . .	Katadrom und anadrom an der Basis der Fiedern 1. Ordnung.	*Ovopteris*, aber abweichend von den entsprechenden darüber stehenden Foliola durch beträchtlichere Grösse und einmal weitergehende Fiederung.	Fontaine und White, Permian or upper carbon Flora of West-Virginia. 1880, Taf. VI.
Ovopteris Cremeri	Katadrom an der Basis der Fiedern 1. Ordnung.	Ebenfalls *Ovopteris*, aber die aphleboiden Fiederchen länger als die entsprechenden normalen und lockerer aufgebaut.	Potonié, Flora des Rotliegenden von Thüringen. 1893, Taf. VI, Fig. 1.
Ovopteris Weissi	Wie *Ovopteris Cremeri*.	*Ovopteris*, mit starker Neigung zum *Rhodea*-Typus.	Potonié, Flora des Rotliegenden von Thüringen. 1893, Taf. IV, Fig. 1. — Abbild. und Beschreib. fossiler Pflanzen 1903, Lief. I, Nr. 8.
Ovopteris Karwinensis . . .	Katadrom an der Basis der Fiedern 1. Ordnung.	Typus *Palmatopteris*.	Stur, Schatzl. Sch. 1885, Taf. 54 und 55.
Ovopteris Schumanni . . .	Wie *Ovopteris Karwinensis*.	Typus *Palmatopteris* × *Ovopteris*.	Stur, Schatzl. Sch. 1885, Taf. 56.
Ovopteris heracleensis (Zeiller)	Anadrom und katadrom an der Basis der Spindeln 1. Ordnung.	*Palmatopteris*-Typus.	Zeiller, Éléments 1900, p. 81, fig. 50 *C*.
Ovopteris Brongniarti . . .	Nach Zeiller auf der Hauptspindel an der Basis der Fiedern 1. Ordnung stehend.	*Rhodea* × *Palmatopteris*-Typus.	Zeiller, Valenciennes 1886, Taf. XI, Fig. 4/5.
Ovopteris (*Diplotmema*) *Zeilleri*	An der Basis der diplotmematisch gegliederten Fiedern 1. Ordn.	Zum *Rhodea*-Typus neigend.	Zeiller, Valenciennes 1886, Taf. XVI.

Ovopteris hymenophylloides (Brg. erw.) Pot.	An der Basis der Fiedern vorletzter Ordnung.	*Rhodea*-Typus.	SEWARD, Jurassic flora. The Yorkshire coast, 1900, Taf. XXI, Fig. 1 und 4.
Alloiopteris quercifolia . . .	Anadrome Basalfiederchen der Fiedern 1. Ordnung und 2. Ordnung.	*Rhodea*-Typus.	STUR, Culm-Flora 1877, Taf. XV, Fig. 12. Auch sonst wird die Art wiederholt mit Aphlebien abgebildet.
Alloiopteris coralloides . . .	Wie bei *Alloiopteris quercifolia*, aber die Aphlebien kleiner als bei STUR's Exemplar dieser Art.	*Rhodea*-Typus.	ZEILLER, Fructif. de Fougères 1883, Taf. 12, Fig. 1 und 8, und Valenciennes 1886, Taf. X.
Alloiopteris grypophylla . .	Wie *Alloiopteris quercifolia*.	*Rhodea*-Typus.	POTONIÉ, Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie 1899, S. 139, Fig. 133.
Pecopteris plumosa	An der Basis der Fiedern 1. Ordnung längs der ganzen Hauptspindel.	*Rhodea*-Typus, aber ohne Adern (*Aphlebia adnascens* etc.).	Oft abgebildet. Ältere Figur bei LINDLEY und HUTTON l. c. — Vergl. Taf. VIII.
Pecopteris stipulosa	Wie bei *Pecopteris plumosa*.	*Rhodea-Ovopteris*-Typus.	STUR, Schatzl. Sch. 1885, Taf. 47.
Odontopteris minor	Basalständig und alleinstehend am sonst nackten Fussstück des gegabelten Wedels.	Typus *Cyclopteris lacerata*, aber mehr dreieckig.	ZEILLER, Élém. de paléobotanique 1900, S. 100, Fig. 73. Reproduziert bei POTONIÉ, Abb. und Beschreib., Lieferung I, Nr. 13, 1903.
Odontopteris Coemansi . . .	An der Gabelstelle des Wedels, der sonst ein nacktes Fussstück besitzt.	*Cylopteris*.	POTONIÉ, Abb. und Beschreibungen fossiler Pflanzenreste. Lieferung I, Nr. 15, 1903.
Odontopteris?	Basalständig und alleinstehend.	*Cyclopteris scissa*.	POTONIÉ, Flora des Rotliegenden von Thüringen. 1893, Taf. XIX.
Neuropteris gigantea	Foliola an den Spindeln vorletzter, drittletzter u. s. w. Ordnung.	*Cyclopteris*.	Z. B. POTONIÉ, Über einige Carbonfarne III. 1891 (1892), Taf. II—IV.
Neuropteris spec.	Eine anadrome Fieder an der Basis einer Spindel 2. Ordnung, die von der Basis eines Gabelastes abgeht.	*Cyclopteris*.	LESQUEREUX, Illinois 1870, Taf. VIII, Fig. 5. Dieselbe Figur auch auf Taf. XV, Fig. 8 seiner Flora of Penns. 1879.
Neuropteris spec.	Basalständig, alleinstehend.	*Cyclopteris trichomanoides*.	VON ROEHL, l. c.
Linopteris sub-Brongniarti .	Foliola auf den Spindeln vorletzter und drittletzter Ordnung.	*Cyclopteris*-Form, aber mit Maschenadern wie *Linopteris*.	ZEILLER, Valenciennes 1886, Taf. I, Fig. 1 und 2.

von den anderen oft nur wenig abweichenden Basalfiedern der Fiedern erster Ordnung noch als Aphlebien bezeichnen oder wenig abgeänderte Normalfiedern nennen soll. Für solche Fiedern werde ich — wie schon eingangs gesagt — in Zukunft den Ausdruck aphleboïde Fiedern allein reservieren. Von diesen zu den ganz von den „normalen" Fiedern abweichenden Aphlebien z. B. bei *Ovopteris Karwinensis* gibt es alle nur irgend ausdenkbaren Übergänge. Es liegt aber auf der Hand, eine nachträgliche Anpassung ursprünglich „normaler" Fiedern an Sondertätigkeiten anzunehmen, woraus die Aphlebien resultieren. Und waren die allerersten Farne solche mit Tauwedeln, wie das nach ihrem Aufbau gewesen zu sein scheint, so werden eben die Aphlebien es sein, die noch am meisten an die ursprünglichen Formen, an die Vorfahren erinnern. Es werden also eher die normalen Fiedern sein, die sich nachträglich weiter umgebildet haben als die Aphlebien, so dass wir schliesslich zu den dem oberen Palaeozoicum angehörigen *Ovopteris*-Arten mit aphleboïden Bildungen gelangen. Heutzutage zeigen nur noch verhältnismässig wenige Farne Aphlebien und aphleboïde Bildungen: der Schluss, dass die Aphlebien daher vielleicht auf den Aussterbeetat gesetzt sind, ist daher durchaus berechtigt.

Das bisher bekannte Material drängt demnach zu der Vermutung, dass die alt-palaeozoischen Farne allmählich eine Arbeitsteilung ihrer Foliola bis zur Bildung typischer Aphlebien, wie sie im mittleren produktiven Carbon zahlreich sind, eingeleitet haben und dass dann wieder eine Rückbildung derselben stattgefunden hat, worauf die häufigen *Ovopteris*-Arten des oberen Palaeozoicum mit blossen aphleboïden Bildungen hinweisen und endlich die verhältnismässige Seltenheit solcher Bildungen und von Aphlebien zur Jetztzeit. Es wird die Haltbarkeit dieser Vermutung weiter zu prüfen sein, wenn noch mehr Material vorliegen wird als bisher.

Überall, wo wir hinblicken, sehen wir in den Formen von Primärwedeln oder Primärfiedern oder -Fiederchen Anklänge an Früheres: die Primärwedel der heutigen Farne sind vielfach gegabelt, auch dann, wenn die späteren Wedel in ihren fertigen Zuständen durchaus fiederig verzweigt sind, und erinnern so an die ungemeine Häufigkeit der Gabelwedel des Palaeozoicum; bei *Rhacopteris asplenites* aus dem mittleren produktiven Carbon sehen wir die basalsten Fiedern in ihren Formen zu *Rhodea* neigend (vergl. meine Abb. und Beschreib. foss. Pflanzenreste, 1903, Lief. I, Nr. 1); bei den cyclopteridisch aphlebiierten Wedeln sind die normalen Fiedern ganz abweichend von denen der ältesten Farngruppe der Archaeopteriden gebaut, während die genannten Aphlebien an diese Gruppe stark erinnern.

Versuchen wir daher die beiden ältesten Farntypen, d. h. die

Archaeopteriden und den *Rhodea*-Typus phylogenetisch fortzusetzen, so wird man aus dem Gesagten sehr wohl einen Wink entnehmen können, indem man *Pecopteris*-, *Ovopteris*- und *Alloiopteris*-Arten mit *Rhodea*-ähnlichen Aphlebien oder aphleboïden Foliolis von dem Typus *Rhodea*, die Arten mit *Cyclopteris*-Aphlebien wie *Neuropteris* und *Odontopteris* hingegen von Archaeopteriden abzuleiten versuchen wird.

23. J. Kovchoff: Über den Einfluss von Verwundungen auf Bildung von Nucleoproteïden in den Pflanzen.

Eingegangen am 27. Februar 1903.

In den lebenden Pflanzen geht ein fortwährender Stoffwechsel vor sich. Besonders stark ist dieser Wechsel bei den Keimpflanzen, da bei denselben in dem Axenorgan erhöhte Neubildungen stattfinden, während in dem Endosperm und in den Cotyledonen eine Veränderung des Vorratmaterials vor sich geht, in eine Form, die die bequemste Wanderung in die wachsenden Teile zulässt, wo es sich dann aufs neue regeneriert. Es können indessen besondere Bedingungen vorliegen, die Zersetzungs- oder Neubildungsprozesse der organischen Stoffe hervorrufen. So z. B. findet bei einer Kultur der Keimpflanzen im Wasser, bei Lichtabschluss, eine Zersetzung der Eiweissstoffe statt, während ihre Zersetzungsprodukte sich anhäufen, wie das bei BORODIN[1]) und SCHULZE[2]) angegeben ist. Unter solchen Bedingungen geht bloss eine Zersetzung der Eiweissstoffe vor sich, Neubildungen finden dagegen infolge von Mangel an Kohlenhydrat nicht statt; die Pflanze hungert eben. Bei den Weizenkeimlingen, die bei Lichtabschluss in destilliertes Wasser gelegt werden, nimmt die Menge der Nucleoproteïde im Verlauf der ersten Zeit zu, ungeachtet des Zerfalls der Eiweissstoffe; später aber fängt auch sie an abzunehmen[3]). Zu der Zahl der Prozesse, die eine erhöhte Neubildung hervorrufen, muss die Verwundung der Pflanze gerechnet werden. Unter dem Einfluss der Wunde verschieben sich die Kerne der an die Wunde grenzenden Zellen, es findet eine verstärkte Atmungsenergie und eine Zunahme an Eiweissstoffen statt.

1) BORODIN, Botan. Zeitung 1878, S. 801.

2) E. SCHULZE, Landw. Versuchs-Stationen 1886, XXXIII, S, 118.

3) M-lles KARAPETOFF et M. SABACHNIKOFF, Revue générale de Botanique, T. XIV, 1902, S. 403.

In meiner vorigen Arbeit[1]) habe ich nachgewiesen, dass im Falle einer Verwundung auch die Menge der unverdaulichen Eiweissstoffe in hohem Grade zunimmt. Da aber unter unverdaulichen Eiweissstoffen hauptsächlich Nucleoproteïde verstanden werden, die bei einer Bearbeitung durch Magensaft Nucleïne geben, d. h. phosphorhaltige Stoffe, so wäre es interessant zu beobachten, was im gegebenen Falle mit der Menge Phosphor geschieht. Auf Vorschlag von Herrn Prof. W. Palladin habe ich die nachfolgende Arbeit ausgeführt.

Was die Umsetzung des Phosphors in den Pflanzen wie auch überhaupt die Umsetzung der Aschenelemente anbetrifft, so ist auf diesem Gebiet äusserst wenig geleistet worden. Im Jahre 1902 erschienen in dieser Frage zwei vorläufige Mitteilungen, von L. Iwanoff[2]) und W. Zaleski[3]).

L. Iwanoff fand, dass in den Keimpflanzen der *Vicia sativa* bei Lichtabschluss der Eiweissphosphor sich fast vollständig zersetzte.

Infolge der Wichtigkeit der von Iwanoff gezogenen Schlussfolgerungen halte ich es für geboten ein wenig bei den Daten seiner Arbeit zu verweilen. Die Samen der *Vicia sativa* wurden bei Lichtabschluss in einer zweiprozentigen Knop'schen Nährlösung ohne Phosphorzusatz aufgezogen. Die Pflanzen wurden zur Analyse nach 5-, 10-, 20- und 27—29tägigen Perioden gesammelt. Die Analyse ergab folgende Resultate in Prozenten des Gesamtphosphors.

Anorganischer Phosphor war enthalten:

O	I	II	III	IV
11,4	48,1	81,6	80,2	93,7

(O bezeichnet das Stadium des Samens, die römischen Ziffern die aufeinanderfolgenden 5-, 10-, 20- und 27—29tägigen Keimpflanzen.)

Der Phosphor des Lecithins (für zwei Stadien bestimmt):

O	III
11,6	6,6

Eiweissphosphor:

O	I	II	III	IV
52,5	37,4	15	13,7	0 (?)

Der Verfasser sagt in Betreff dieser Zahlen: „Wir sehen dass die eiweisshaltige P_2O_5, die in den Samen mehr als die Hälfte des Phosphorgehaltes ausmacht, sich im Verlaufe der ersten zehn Tage zersetzt, späterhin verlangsamt sich zwar der Zersetzungsprozess, doch schreitet er immerhin fort, sich 0 nähernd. Jedenfalls fiel im

1) I. Kovchoff, Rev. gén. de Botanique, T. XIV, 1902, S. 449.

2) L. Iwanoff, 1. Journal für experimentelle Landw. (russisch), 1902, Heft 1. 2. Berichte der Deutschen Bot. Gesellsch. 1902, Heft 7.

3) W. Zaleski, Berichte der Deutschen Bot. Gesellsch. 1902, Heft 7.

IV. Stadium auf Lecithin + Eiweissstoff im ganzen bloss 6,3 pCt, vom Gesamtphosphor; da nun aber der Phosphor des Lecithins im vorhergehenden Stadium 6,6 pCt. ausmachte, und da man gezwungen war, für das IV. Stadium bei einer geringen Veränderung dieser Verbindung eine Ziffer zu wählen, die der betreffenden nahekam, so fiel auf den Teil der Eiweissstoffe eine ganz unansehnliche Quantität, die 0 nahekommt. Infolgedessen können diese phosphorhaltigen Stoffe (Nucleoalbumine und Nucleoproteïde) sich leicht zersetzen und, was besonders wichtig ist, sie zersetzen sich noch in der lebenden Pflanze fast vollständig. Das Verhältnis des Eiweissphosphors zum Eiweissstickstoff war:

0	I	II	III
$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{38}$	$\frac{1}{31}$

„Auf diese Weise“, sagt der Verfasser, „ist im Samen, wo die Eiweissstoffe vorwiegend im Zustande von plastischem Stoffvorrat sich befinden, der Coeffizient $= \frac{P}{N} = \frac{1}{19}$, d.h. derselbe kommt Coeffizienten für Nucleoalbumine und im einzelnen Falle dem für Caseïn sehr nahe. Bei denjenigen Keimbildungen, wo die Eiweissstoffe teilweise zerstört werden, teilweise aber in den Aufbau des Plasma, der Kerne und der Plastiden übergehen, folglich zu Formativstoffen werden, sinkt das Verhältnis von $\frac{P}{N}$.“

Weiterhin lesen wir: „Ohne fürs erste dieses Resultat, dass ich bloss an einem Objekt erzielt hatte, zu verallgemeinern, kann ich nur die Vermutung aussprechen, dass Nucleoproteïde (Nucleïne, Chromatin?) zu den plastischen Stoffen gehören, die nicht in den Aufbau des Protoplasma selbst gehören. Den Beweis für diese Meinung zu liefern, bildet den Zweck meiner folgenden Arbeit.“

IWANOFF schliesst auf eine beinah vollständige Zersetzung des Eiweissphosphors und zwar auf Grund dessen, dass die Menge des Phosphors, die im Lecithin enthalten ist, in den Stadien O—III sich verhältnismässig weniger verändert hatte, als die Menge der Eiweissstoffe im Phosphor. Wenn aber der Phosphor des Lecithins im Verlauf von 23 Tagen fast 43 pCt. seiner ursprünglichen Quantität eineingebüsst hat $\left[\frac{(11,6-6,6)\ 100}{11,6}\right]$, und wenn wir annehmen, dass er in den darauffolgenden Tagen abermals 20 pCt. verliert (= 2,3 pCt. Gesamt-P.), so fällt im IV. Stadium auf seinen Teil ungefähr 4,3 pCt. Gesamt-P., während auf den Teil des Eiweissphosphors noch 2 pCt. fallen.

Darf man infolge dessen die Behauptung aufstellen, dass der Eiweissphosphor vollständig verschwunden sei? Vielleicht ist es der

allerstandhafteste Teil, der geblieben ist. Ausserdem ersehen wir aus den von IWANOFF angeführten Daten keinen allmählichen Prozess einer Abspaltung des Lecithinphosphors, es ist nicht ausgeschlossen, dass in den letzten Stadien, wo die Pflanze infolge von anhaltender Keimung bei Lichtabschluss immer schwächer wird, auch die Zersetzung des Lecithins stärker vor sich geht. ZALESKI sagt in seiner obenerwähnten Abhandlung:

„Eine vollständige Eiweissphosphorspaltung, die IWANOFF bei seinen Versuchen beobachtet hat, erklärt sich unserer Meinung nach durch eine zu lange fortgesetzte Kultur der Keimpflanzen im Wasser bei Lichtabschluss, durch welche einige Teile der Keimpflanzen abstarben und die phosphorhaltigen Eiweissstoffe sich nur noch in den noch wachsenden Teilen erhielten."

Wenn das wirklich der Fall ist, so haben wir es bei den Versuchen IWANOFF's gerade mit einer Zersetzung bei äusserst unnormalen Verhältnissen zu tun, z. B. bei einem Hungerzustande der Pflanzen. Ausserdem sagt ZALESKI:

„IWANOFF behauptet, dass Nucleoproteïde nur die plastischen Stoffe darstellen, welche an dem Aufbau des Protoplasten keinen Anteil haben. Wir haben jedoch keinen Grund zu solch einer Schlussfolgerung, da grössere oder mindere Beständigkeit einer oder der anderen Verbindung noch keinen Beweis für ihren Anteil an dem Aufbau des Protoplasten liefert, da in diesem Falle auch die unwesentlichen Stoffe der Zellen den Bestandteilen des Protoplasma zuzuzählen wären ...... das Protoplasma selbst sich beständig zerstört und sich dann wieder regeneriert."

In seiner Arbeit hat ZALESKI dargetan, wie bei der Keimung des *Lupinus angustifolius* ein starker Zerfall der organischen Phosphorverbindungen stattfindet. Der Eiweissphosphor zersetzt sich in den Kotyledonen. Im Gegensatz zu den Kotyledonen zeigen die Achsenorgane keine Veränderung des Lecithin- und Eiweissphosphors, deren Menge in diesem Stadium der Keimung konstant bleibt. Ferner ist durch die Bestimmung des Phosphors in den Spitzen der etiolierten Keimpflanzen der *Vicia Faba* angegeben, dass bei den jungen, energisch wachsenden Teilen der Keimpflanzen sehr energische Abspaltungen der Phosphorsäure von Eiweissstoffen stattfinden. Durch Einführung von Zucker in die Pflanzenspitzen vermindert sich die Zersetzung der phosphorhaltigen Eiweissstoffe, da der Zucker die Wachstumsintensität schwächt.

Beide Verfasser, sowohl IWANOW als auch ZALESKI, beabsichtigen, ihre Arbeiten behufs Untersuchung der Verwandlung des Phosphors in den Pflanzen fortzusetzen.

Zu meinen Versuchen verwandte ich Zwiebeln von *Allium Cepa*, gewöhnlich 20 Stück pro Versuch. Jede Zwiebel wurde von mir in zwei ungefähr gleiche Teile zerschnitten; die einen Hälften trocknete ich sofort, anfangs im Verlaufe von zwei Stunden bei 100°, um das Protoplasma schneller zu töten — später bei 65—70°; die übrigen Hälften wurden noch in je vier Teile geteilt und dann für fünf Tage in einen feuchten dunklen Raum gebracht. Nach Beendigung der Versuche wurden sie ebenfalls getrocknet.

Zur Bestimmung der Phosphormenge wurde die Trockensubstanz in KJELDAHL's Kolben gebracht und in denselben mit einer starken Lösung Schwefelsäure gekocht. Zum Schluss wurde während des Kochens ein wenig Kalium hyperchloricum hinzugesetzt. In der dadurch erhaltenen farblosen Flüssigkeit wurde der Phosphor nach der Molybdän-Methode bestimmt.

Der Phosphorgehalt der unverdaulichen Eiweissstoffe wurde bestimmt nach Verdauung einer Portion der Trockensubstanz durch Magensaft, der nach STUTZER's Methode frischen Schweinemagen entnommen war. Ich habe aber den Gehalt von HCl bei der Verdauung nicht bis auf 1 pCt. gebracht, sondern begnügte mich mit einem 0,2prozentigen Gehalt von HCl in dem von mir künstlich bereiteten Magensaft. Einige Versuche mit der Verdauung des Hühnereiweisses nach METT's Methode[1]) ergaben, dass bei 0,2prozentigem Gehalt der HCl in der Lösung die Verdauung sogar erfolgreicher vor sich geht, als bei 1 pCt. HCl.

Zu diesem Zwecke füllte ich flüssiges Eiweiss in eine Glasröhre von 3 *mm* Durchmesser und liess das Eiweiss in kochendem Wasser gerinnen. Dann versenkte ich das eine Stück der Glasröhre mit dem geronnenen Eiweiss in 100 *ccm* Magensaft und brachte den Gehalt der HCl allmählich bis zu 1 pCt.; das andere Stück der Glasröhre senkte ich in 100 *ccm* Magensaft, dem ich jedoch keine Säure zusetzte. Nach Ablauf von zwei und drei Tagen wurde eine Messung des aufgelösten Eiweisses vorgenommen. Dieselbe ergab folgende Resultate (in den Millimetern war das Eiweiss von beiden Seiten der Röhre aufgelöst).

		24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden
Versuch I	HCl 1,0 pCt.	2 *mm*	4 *mm*	$4^1/_2$ *mm*
	HCl 0,2 „	4 „	8 „	12 „
Versuch II	HCl 1,0 „	$1^3/_4$ „	$3^1/_2$ „	4 „
	HCl 0,2 „	$8^1/_2$ „	7 „	11 „

1) PAWLOFF, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen, S. 31. Wiesbaden 1898.

Da man gezwungen war zur Bestimmung des Phosphors der unverdaulichen Eiweissstoffe grössere Portionen der Trockensubstanz zu nehmen, so wurde jede Portion in drei breitbauchige Kolben gebracht; in jeden Kolben wurden ungefähr 600 *ccm* Magensaft eingeführt. Die Verdauung ging im Verlauf von drei Tagen vor sich, wobei der Inhalt der Kolben von Zeit zu Zeit durchgeschüttelt wurde. Sodann wurde der Niederschlag sorgfältig gewaschen und abfiltriert (aus allen drei Kolben auf einem Filter). Im Niederschlag wurde der Phosphor auf obenerwähnte Weise bestimmt.

Bei der Bestimmung des Gesamteiweissphosphors wurde die Menge Trockensubstanz in einen Kolben gebracht, in den 500 *ccm* Wasser und 25 *ccm* 1prozentige Essigsäure eingeführt wurden. Der Kolben wurde im Verlauf von 30 Minuten in einem Wasserbade erhitzt. Dann wurde der Niederschlag abfiltriert und zur Bestimmung des Phosphors benutzt.

I. Versuch.

Dieser Versuch trug einen orientierenden Charakter. Während desselben wurde die Trockensubstanz nicht mit Äther und Alkohol extrahiert. Infolgedessen konnte zusammen mit den unverdaulichen Eiweissstoffen auch Phosphor des Lecithins enthalten sein.

		Menge der Trockensubstanz	$Mg_2P_2O_7$	In Prozenten der Trockensubstanz $Mg_2P_2O_7$	In Prozenten der Trockensubstanz P		
Gesamt-Phosphor	Kontrollportion	5,341	0,0586	1,10	0,306	0,808	—
		5,5210	0,0612	1,11	0,309		
	Versuchsportion	5,6010	0,0640	1,14	0,817	0,820	—
		5,8340	0,0622	1,16	0,822		
Phosphor der unverdaulichen Eiweissstoffe	I. Bestimmung Kontrolle	16,6575	0,0144	0,086	0,024	—	7,8
	I. Bestimmung Versuchsportion	17,5670	0,0322	0,183	0,051	—	15,9
	II. Bestimmung Kontrolle	17,2815	0,0120	0,069	0,019	—	6,2
	II. Bestimmung Versuchsportion	17,1360	0,0254	0,148	0,041	—	12,8

Die erste Bestimmung des Phosphors der unverdaulichen Eiweissstoffe gab verhältnismässig grössere Zahlen als die zweite, doch stieg während der Verdauung die Temperatur des Thermostaten zufällig bis zu 42°, und das konnte das Resultat der Analyse beeinflusst haben. Indessen zeigte die erste Bestimmung eine Zunahme des Phosphor-

gehalts im Verlauf des Versuchs um $\frac{15,9}{7,8} = 2,04$, während die II. Bestimmung um $\frac{12 \cdot 8}{6 \cdot 2} = 2,07$ mal stieg, d. h. die Resultate beider Bestimmungen waren ähnlich.

II. Versuch.

			Menge der Trockensubstanz	$Mg_2P_2O_7$	In pCt. der Trockensubstanz: $Mg_2P_2O_7$	In pCt. der Trockensubstanz: P	Durchschnitt	In pCt. des Gesamt-P: Gesamt-Phosphor aller Eiweisskörper	In pCt. des Gesamt-P: P der unverdaubaren Eiweisskörper
Kontrolle	Gesamt-P	1.	4,030	0,0441	1,09	0,308	0,304		
		2.	4,490	0,0494	1,10	0,305			
	Eiweiss-P	3.	9,194	0,0130	0,141	0,039	0,035	11,5	
		4.	7,320	0,0078	0,107	0,030			
	P der unverdaubaren Eiweissstoffe	5.	17,870	0,0122	0,068	0,019	0,019		
		6.	17,670	0,0120	0,068	0,019			6,3
Versuch	Gesamt-P	7.	4,181	0,0528	1,26	0,350	0,343		
		8.	4,205	0,0510	1,21	0,336			
	Eiweiss-P	9.	8,878	0,0129	0,145	0,040	0,041	12,0	
		10.	8,662	0,0128	0,148	0,041			
	P der unverdaubaren Eiweissstoffe	11.	18,504	0,0210	0,114	0,032	0,036		
		12	17,470	0,0254	0,145	0,040			10,5

Bei dem II. Versuch wurde die verdaute Substanz, nach einer sorgfältigen Durchwaschung auf dem Filter, im Verlauf von zwei Tagen mit Äther und Alkohol extrahiert. Es ist möglich, dass die Ausziehung des Lecithins nach Angaben von SCHULZE[1]) keine vollständige gewesen war, da eine solche bloss mit heissem Alkohol erzielt werden kann. Jedenfalls blieb aber von ihm sehr wenig übrig, da die Substanz stark pulverisiert war und sich nach der Verdauung in einem lockeren mürben Zustande befand, obschon die Extraktion mit Äther und Alkohol — eine anhaltende gewesen war.

Bei diesem Versuch wurde die Bestimmung des Stickstoffgehaltes der unverdaulichen Eiweissstoffe an verschiedenen Portionen vor-

1) E. SCHULZE und STEIGER. Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. XIII, S. 336.

genommen und zwar wurde derselbe Magensaft verwandt, der auch bei der Phosphorbestimmung verwandt worden war. Die Analyse ergab folgende Resultate:

		Die Menge der Trockensubstanz	Die Menge N	N in pCt. der Trockensubstanz	Durchschnitt
Kontrollportionen	1.	2,505	0,006 380	0,25	0,26
	2.	2,498	0 006 795	0,27	
Versuchsportionen	3.	2,428	0,011 340	0,47	0,48
	4.	2,509	0,012 330	0,49	

Das Verhältnis von P zu N war in den Kontrollportionen $\frac{0,019}{0,26} = \frac{1}{14}$, während dasselbe in der Versuchsportion $\frac{0,036}{0,048} = \frac{1}{13}$ gleich kam. (Hier war P und N in pCt. der Trockensubstanz genommen worden, da der Verlust an Gewicht in der Trockensubstanz während des Versuches in gleichem Masse auf den Prozentgehalt von P und N eingewirkt hatte und auf das Verhältnis untereinander keinen Einfluss gehabt haben konnte. Der Unterschied in den Verhältnissen ist kein grosser, und man kann annehmen, dass P zu N der unverdaulichen Eiweissstoffe im Verlauf des Versuches fast unverändert geblieben ist.

Ausser den oben erwähnten Portionen, die zur Bestimmung des Stickstoffes gedient hatten, wurden gleichzeitig mit ihnen noch zwei weitere Portionen verdaut (eine Kontrollportion und eine Versuchsportion), jedoch mit anderem Magensaft, der beim III. Versuch verwandt worden war. Man erhielt Stickstoff:

	Die Menge der Trockensubstanz	Die Menge N	N in pCt. der Trockensubstanz
Kontrollportionen . . 5.	2,092	0,002 700	0,13
Versuchsportionen . . 6.	2,134	0,004 815	0,23

Vergleichen wir die letzten Zahlen mit den Resultaten der Analysen von Stickstoff Nr. 1—4, so sehen wir, dass hier beinahe um die Hälfte weniger Stickstoff erzielt worden ist: Die Kontrollportion der Analysen Nr. 1—2 gaben 0,26 pCt., während Nr. 5 0,13 gab; die Versuchsportionen Nr. 3—4 ergaben 0,48 pCt. und Nr. 6 0,2 pCt. Den Unterschied muss man der verschiedenen Stärke des Magensaftes zuschreiben. Obzwar der Saft nach ein und demselben Rezept zubereitet worden war, so konnten die Magen immerhin mit verschiedenem Pepsingehalt versehen gewesen sein. Richten wir aber nun unsere Aufmerksamkeit auf das Verhältnis des Stickstoffgehaltes

nach dem Versuch zu dem Stickstoffgehalte vor demselben, so sehen wir, dass in den Bestimmungen Nr. 1—4 es $= \frac{0,48}{0,26} = 1,8$ und in der Bestimmung Nr. 5 - 6 $= \frac{0,28}{0,18} = 1,8$. Folglich ging die Verdauung in beiden Fällen mit verschiedener Kraft vor sich, übte indessen auf ihr gegenseitiges Verhältnis keinen Einfluss aus.

Nach den Untersuchungen BORISSOW's[1]) über die Verdauung des Hühnereiweisses nach der obenerwähnten METT'schen Methode ergab sich, dass zwischen der Menge des Pepsins und derjenigen des verdauten Eiweissstoffes ein ganz bestimmtes Verhältnis besteht. In den zu vergleichenden Flüssigkeiten verhalten sich die Peptonmengen wie die Quadrate der Verdauungsgeschwindigkeiten. Eine solche Gesetzmässigkeit weist darauf hin, dass diese Verdauungsmethoden bei vergleichenden Bestimmungen vollkommen anwendbar sind, wenn man selbstverständlich die Verdauung mit einem und demselben Magensaft und unter denselben Bedingungen vornimmt.

III. Versuch.

Bei diesem Versuch wurde die Substanz, die auf ihren Phosphorgehalt untersucht werden sollte, zuerst (sechs Stunden lang) mit Äther, dann (ebenfalls sechs Stunden lang) mit Alkohol extrahiert.

			Die Menge der Trockensubstanz	$Mg_2P_2O_7$	In pCt. der Trockensubst.: $Mg_2P_2O_7$	In pCt. der Trockensubst.: P	Durchschnitt	In pCt. der nicht extrahierten Substanz	In pCt. des Gesamt-P: Eiweiss-P	In pCt. des Gesamt-P: P der unverdaubaren Eiweissstoffe
Kontroll-Portionen	Gesamt-P	1.	5,941	0,0660	1,11	0,309	0,308			
		2.	5,589	0,0612	1,10	0,306				
	Eiweiss-P	3.	6,689	0,0040	0,052	0,014	0,014	0,013	4,2	
	P der unverdaubaren Eiweissstoffe	4.	11,471	0,0051	0,044	0,012	0,012	0,011		3,6
		5.	11,490	0,0050	0,044	0,012				
Versuchs-Portionen	Gesamt-P	6.	5,194	0,0601	1,16	0,322	0,325			
		7.	4,470	0,0528	1,18	0,328				
	Eiweiss-P	8.	10,393	0,0080	0,077	0,021	0,021	0,019	5,8	
	P der unverdaubaren Eiweisskörper	9.	11,828	0,0068	0,058	0,016	0,017	0,015		4,6
		10.	11,654	0,0070	0,060	0,017				

1) J. P. PAWLOFF, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen, S. 32.

Der Phosphor der unverdaulichen Eiweissstoffe nahm um $\frac{4,6}{3,6} = 1,3$ mal zu. Die Verdauung sämtlicher Portionen wurde gleichzeitig vollzogen und unter ganz gleichen Bedingungen. Der Stickstoff der unverdaulichen Eiweissstoffe wurde bei diesem Versuch auf folgende Weise bestimmt. Als die Trockensubstanz in KJELDAHL's Kolben mit Hinzusatz von Kalium hyperchloricum gekocht worden war, wurde die dadurch erhaltene farblose Flüssigkeit bis zu 200 *ccm* in einem Messkolben verdünnt, sodann wurde demselben mittels einer Pipette 30 *ccm* Flüssigkeit entnommen und in ihr der Stickstoffgehalt bestimmt, in den übrigen Portionen der Phosphor. Man berechnete die Menge der Trockensubstanz, welche 30 *ccm* der Flüssigkeit entsprach und darnach wurde der Prozentgehalt von Stickstoff bestimmt. (Oben in Nr. 4, 5, 9 und 10 ist die Menge der Trockensubstanz angegeben, den Teil abgerechnet, der zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes entnommen war.) Der Stickstoffgehalt der unverdaulichen Eiweissstoffe war folgender:

		Die Menge der Trockensubstanz	N-Gehalt	In pCt. der Trockensubstanz	Durchschnitt
Kontroll-portionen	1.	2,024	0,001 665	0,082	0,086
	2.	2,028	0,001 800	0,089	
Versuchs-portionen	3.	2,087	0,002 475	0,119	0,121
	4.	2,057	0,002 520	0,123	

Das Verhältnis von P zu N in den Kontrollportionen war $\frac{0,012}{0,086} = \frac{1}{7}$, in den Versuchsportionen $\frac{0,017}{0,121} = \frac{1}{7}$.

Wie wir sehen, blieb das Verhältnis von Phosphor zum Stickstoff der unverdaulichen Eiweissstoffe während der Versuche unverändert, und in beiden Fällen haben wir Nucleïne, die sich unter anderem dadurch charakterisieren, dass bei ihnen das Verhältnis von $\frac{P}{N}$ geringer ist als $\frac{1}{5}$ [in Nucleïnsäure $\frac{P}{N} = \frac{1}{5}$ und $\frac{1}{3}$[1]), die Nucleïne stellen jedoch eine Verbindung von Nucleïnsäure und eine gewisse Menge der Eiweissstoffe dar]. Die Zunahme der Nucleïne während des Versuches weist unbedingt auf eine Vermehrung der Nucleo-

1) COHNHEIM, Chemie der Eiweisskörper.

proteïde hin, bei deren Verdauung durch Magensaft Nucleïnverbindungen entstehen.

Auf solche Weise ergeben die oben angeführten Versuche, dass bei einer Verwundung der Pflanze die Menge der Nucleoproteïde stark zunimmt.

St. Petersburg, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

---

24. Maximilian Singer: Über den Einfluss der Laboratoriumsluft auf das Wachstum der Kartoffelsprosse.

Mit Tafel IX.

Eingegangen am 27. Februar 1908.

Mit einer Arbeit über das Wachstum von Linsenkeimlingen im Lichte und im Finstern beschäftigt, ward ich auf einen in Laboratorien häufig beobachteten Wachstumsvorgang, nämlich das Umbiegen von daselbst im Dunkeln gezogenen Linsen- und Erbsen-Epicotylen aus der vertikalen in die horizontale Richtung aufmerksam, und ich war bei näherer Untersuchung dieser Erscheinung eben so weit, in der von Leucht- und anderen Gasen und Dämpfen erfüllten Laboratoriumsluft die Urheberin jener Nutationen zu erblicken, als mir NELJUBOW[1]) mit der Publikation dieser auch von ihm untersuchten und auf den Einfluss des Leuchtgases zurückgeführten Krümmungen zuvorkam.

Es ist nun nicht der Zweck nachfolgender Zeilen, die bisherigen Resultate meiner denselben Gegenstand betreffenden, aber noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen denen NELJUBOW's anzureihen; wohl aber sehe ich mich durch eine jüngst veröffentlichte Abhandlung VÖCHTING's[2]) veranlasst, aus meinen Versuchen diejenigen, welche dem Wachstum von Kartoffelsprossen unter Einfluss der Laboratoriumsluft gewidmet waren, herauszugreifen, da sie mir geeignet scheinen, einigen von diesem Forscher beobachteten Wachstumsvorgängen eine andere Deutung zu geben.

---

1) D. NELJUBOW, Über die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* und einigen anderen Pflanzen. Botan. Centralblatt, Beihefte, Bd. X, Heft 3, 1901.

2) HERMANN VÖCHTING, Über die Keimung der Kartoffelknollen. Botanische Zeitung, Originalabhandlungen, Heft V, 1902.

In der obenerwähnten Abhandlung, in der die Bedeutung der Temperatur, der Atmungsgrösse, des Wassers und des Lichtes auf die Keimung der Kartoffelknollen einer durch zahlreiche Versuche gestützten Erörterung unterzogen werden, kommt auch die Wirkung des Wasserdampfgehaltes der umgebenden Luft auf das Wachstum der Kartoffelsprosse zur Sprache. „Stellt man," heisst es dort S. 98, „Töpfe mit normal in feuchte Erde gepflanzten Knollen in einem dunklen Zimmer auf, dessen Luft sehr trocken ist, so gewahrt man eine auffallende Erscheinung. Die Hauptachsen durchbrechen die Erdoberfläche, halten aber ihre senkrechte Richtung nicht ein, sondern krümmen sich und schmiegen sich der feuchten Erde an oder wachsen in geringer Entfernung darüber hin. In einzelnen Fällen erreichen die Triebe zunächst eine Höhe von 10, 15 und selbst noch mehr Centimetern, verändern aber ebenfalls ihre Richtung und wachsen horizontal oder geneigt über den Topf hin. Sind sie bis zu einiger Entfernung über den Topfrand hinausgelangt, so erlischt ihre Entwicklung, oder sie wenden sich wieder nach dem Topfe hin. Dabei erzeugen sie reichlich Seitentriebe, an der Basis zarte, dem Boden angeschmiegte Ausläufer, in der mittleren und Scheitelregion kräftige Bildungen, die ihnen in ihrem ganzen Verhalten gleichen. Das Bild dieser 5—10 *mm* starken, starren und leicht brechbaren Sprosse ist höchst auffallend. Man erhält den Eindruck, als ob die Triebe emporstrebten, aber durch eine unsichtbare Macht niedergehalten würden."

„Es liegt nahe, die Richtung der Sprosse auf Hydrotropismus zurückzuführen. In der Tat tritt die Krümmung der Hauptachse und ihrer über der Erde entspringenden Seitenglieder nicht ein, wenn man in demselben Raume die Töpfe unter Glasglocken stellt. In der mit Wasserdampf gesättigten Luft dieser Gefässe wachsen die Triebe senkrecht empor."

Übrigens hat auch schon MOLISCH[1]) als der erste auf die nachfolgend in Rede stehende Krümmung der Kartoffelsprosse aufmerksam gemacht.

Als indes durch NELJUBOW's und meine Versuche der Einfluss der unreinen Laboratoriumsluft auf die Wachstumsrichtung der oberirdischen Sprosse von Linsen, Erbsen u. a. m. immer auffälliger wurde, rückte die Vermutung täglich näher, dass auch jene bei Kartoffeltrieben beobachteten Krümmungen auf die gasförmigen Verunreinigungen der umgebenden Luft zurückzuführen seien, und in der Tat haben alle hierüber angestellten Versuche diese Vermutung bestätigt.

---

1) H. MOLISCH, Das Bewegungsvermögen der Keimpflanze. Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. Bd. XXVI, 1886.

Die Versuche wurden zu verschiedenen Jahreszeiten, teils im Experimentierzimmer des pflanzenphysiologischen Institutes der deutschen Universität in Prag, einem dreifenstrigen Raume, in dem drei mit Leuchtgas erwärmte Thermostaten, mehrere Gaslampen sowie allerhand Chemikalien vorhanden sind, teils in der ebenfalls mit Gaslampen ausgestatteten Dunkelkammer und endlich, insofern es sich um die Erzielung natürlicher Verhältnisse handelte, im Gewächshause des zum Institute gehörigen Versuchsgartens ausgeführt.

Wurde ein Topf mit einem etwa 7 *cm* hohen und einigen kleineren Kartoffeltrieben, die unter einem Zinnsturze im Gewächshaus gezogen worden waren, auf den Tisch des Experimentierzimmers gebracht und durch den Sturz der Einwirkung des Lichtes entzogen, so bogen sie sich, wie Fig. I zeigt, ähnlich den unter denselben Umständen befindlichen Erbsenkeimlingen, schon in wenigen Tagen unter gleichzeitiger Verdickung und im Wachstum zurückbleibend, horizontal um, mitunter sogar über die Horizontale hinab, entsprechend den auf Tafel III, Fig. 5 der VÖCHTING'schen Abhandlung abgebildeten Kartoffelsprossen.

Wurden aber Kartoffeln, die im Gewächshause unter einem Zinnsturze gezogen, aufrechte Triebe erzeugt hatten, mittels einer etwa 1 *cm* hohen Wasserschichte abgeschlossen und, ohne dass der Sturz gehoben worden, ins Laboratorium gebracht, so wuchsen die Sprosse vertikal weiter und übertrafen die der Laboratoriumsluft zugänglichen Objekte um das Zwei- bis Dreifache an Länge, und das nämliche Resultat lieferten Versuchspflanzen, die in der Dunkelkammer unbedeckt stehend, einerseits der umgebenden Atmosphäre ausgesetzt, anderseits durch rechtzeitigen Wasserabschluss vor deren Hinzutritt geschützt worden waren.

Bei diesen sowie bei allen nachfolgenden Versuchen wurde sorgsam darauf geachtet, dass kein Heliotropismus induziert werde, und es geht schon aus den verschiedenen Wachstumsrichtungen der Sprosse hervor, dass diese Krümmungen mit Heliotropismus nichts zu tun haben. Dass sie aber auch keine hydrotropischen, etwa durch die dem Boden einseitig entsteigende Feuchtigkeit hervorgerufene Erscheinungen sind, das beweisen die nachfolgenden Versuche, bei denen eine Feuchtigkeitsdifferenz absichtlich hergestellt worden war.

I. Versuch mit einer horizontalen Platte.

Über einem Topfe mit etwa 8 *cm* hohen Kartoffeltrieben wurde eine mit Filtrierpapier überzogene und konstant nass gehaltene Glasplatte horizontal und zwar so angebracht, dass sie von den Sprossspitzen etwa 2 *cm* abstand. Der Topf selbst wurde, um ein Verdunsten

des Wassers nach oben auf ein Minimum herabzusetzen, über den Rand hinaus, mit Glasplatten bedeckt, so dass nur die Durchtrittsstellen der Kartoffeltriebe frei blieben. Der Versuch verlief zur Sommerszeit in der Dunkelkammer bei einem zwischen 61,2 und 71,1 schwankenden Feuchtigkeitsgehalte der Zimmerluft. — War Hydrotropismus massgebend, so mussten die Sprosse der nassen Platte zuwachsen und sich an sie anschmiegen. Das trat aber nicht ein; die Sprosse bogen sich vielmehr, wie aus Fig. Ia ersichtlich ist, unbeeinflusst von der Feuchtigkeitsdifferenz horizontal um.

II. Versuch mit einer vertikalen Platte.

Aus einigen Kartoffelkulturen wurde dasjenige Töpfchen gewählt, bei dem mehrere Triebe nahezu in einer vertikalen Ebene standen. Alle übrigen Triebe wurden entfernt, hierauf die obere Fläche des Topfes bis auf die Durchtrittstellen der Kartoffelsprosse mit Glasplatten bedeckt und längs der Triebe, in einem ungefähren Abstande von 1,5 *cm* mittels Siegellackes und Klemmen eine mit nassem Filtrierpapier einseitig überzogene Glasplatte vertikal befestigt. — Auch dieses Experiment verlief gleichzeitig mit Versuch I in der Dunkelkammer und ergab das nämliche: Trotzdem die Sprosse einer starken psychrometrischen Differenz ausgesetzt, also hydrotropisch günstigen Bedingungen unterworfen waren, wuchsen sie dennoch nicht einheitlich zur nassen Fläche hin, sondern, offenbar unter Einfluss der Laboratoriumsluft nach verschiedenen Richtungen, während Kartoffeltriebe, die bei gleicher Anordnung unter einem grossen Pappesturz in einer relativ trockenen Abteilung des Kalthauses aufgestellt worden waren, insgesamt vertikal weiterwuchsen.

III. Versuch im dunstgesättigten Raume.

Ein Topf mit zwei etwa 8 *cm* hohen und einem kürzeren Kartoffeltriebe wurde auf dem Tische des Experimentierzimmers in eine Keimschale gesetzt. Mittels eines Ständers wurde eine breite Schale mit Wasser ungefähr 5 *cm* oberhalb der Sprossspitzen angebracht und darüber eine innen mit nassem Filtrirpapier ausgekleidete Glasglocke gestülpt. Um den Austausch der Luft innerhalb und ausserhalb der Glocke zu ermöglichen, wurde diese an einer Stelle durch ein Holzklötzchen ein wenig gehoben, andererseits aber zur Sicherung der beabsichtigten Dunstsättigung des Glockenraumes Schnitzel feuchten Löschpapiers herumgelegt. Über die Glocke kam sodann ein schwarzer Sturz aus Pappe, der an einer Stelle ebenfalls gehoben, gegen das Licht aber durch umwundene Tücher vollkommen geschützt wurde.

Auch dieser Versuch, der Ende Januar d. J. angestellt wurde, ergab schon nach sieben Tagen das in Fig. Ib dargestellte Resultat einer Krümmung der Sprosse, während gleichalterige Kartoffeltriebe, die vor ihrer Aufstellung im Experimentierzimmer zuvor in freier Luft mit einem Zinnsturze über Wasser abgeschlossen worden waren, aufrecht weiterwuchsen und sich alsbald zu krümmen begannen, sowie sie — Fig. Ic — denselben Wachstumsbedingungen unterworfen wurden wie jene des vorigen Versuches. —

Überblicken wir den Verlauf der hier beschriebenen Versuche, so unterliegt es keinem Zweifel, dass die erwähnten Krümmungen von Kartoffeltrieben nicht auf Feuchtigkeitsdifferenzen, sondern auf den Einfluss der unreinen Laboratoriumsluft, aller Wahrscheinlichkeit nach ihres Leuchtgasgehaltes, zurückzuführen sind. Sicher ist, dass Dosen von Leuchtgas, die bei Erbsen eine typische Krümmung ergeben, etwa 0,1 pCt., bei Kartoffeltrieben weniger Krümmung als vielmehr Verdickung und die Tendenz zur Knollenbildung hervorrufen und dass selbst eine Leuchtgasbeimengung von nur 0,002 pCt. zu reiner Luft an den Hauptsprossen der Kartoffel noch keine typische Krümmung zu erzeugen vermag. Diese tritt erst bei 0,001—0,0005 pCt. Gasgehalt ein. — Über weitere Details, betreffend den Einfluss des Leuchtgases und der Laboratoriumsluft auf das Wachstum der Pflanze, vergleiche man die in diesem Hefte veröffentlichte Arbeit von O. RICHTER.

So ergibt sich denn als wesentliches Resultat der obenerwähnten Versuche, dass die von VÖCHTING aufgestellte Behauptung, Kartoffelsprosse seien hydrotropisch, unrichtig ist. Es hat sich vielmehr gezeigt, dass die Laboratoriumsluft mit ihren Verunreinigungen die von ihm als hydrotropisch bezeichneten Krümmungen hervorruft. Sie sind eine neuerliche Illustration für die ausserordentliche Reaktionsfähigkeit der Pflanze gegenüber gewissen Stoffen, und ihre Empfindlichkeit in der vorerwähnten Hinsicht übertrifft unsere Erwartungen in so hohem Grade, dass ein Übersehen derselben begreiflich und verzeihlich ist.

Pflanzenphysiol. Institut der k. k. deutschen Universität in Prag.

Erklärung der Abbildungen.

Die Abbildungen stellen Kartoffelpflanzen dar, die unter Ausschluss des Lichtes anfänglich in reiner Luft, hierauf im Laboratorium gezogen wurden. Ihre Sprosse wuchsen insgesamt zuerst vertikal empor und krümmten sich erst unter Einfluss der Laboratoriumsluft mehr minder horizontal.

Fig. I. Sieben Tage lang der Laboratoriumsluft ausgesetzt.

„ Ia. Sieben Tage lang im Laboratorium unterhalb einer nassgehaltenen Platte. Trotz der psychrometrischen Differenz kein Hydrotroprismus.

Fig. Ib. Sieben Tage lang im dunstgesättigten Raume unter Einfluss der Laboratoriumsluft.

„ Ic. Sieben Tage lang gleichzeitig mit den in Fig. Ib abgebildeten Objekten und neben diesen stehend, aber die ersten drei Tage über Wasser abgeschlossen und erst am vierten Tage im dunstgesättigten Raume der Laboratoriumsluft ausgesetzt. Die Triebe wuchsen anfangs vertikal in die Höhe und begannen erst vom vierten Tage an sich zu krümmen.

---

25. Oswald Richter: Pflanzenwachstum und Laboratoriumsluft.

Mit Tafel X—XII.

Eingegangen am 27. Februar 1903.

Bei meinen Untersuchungen über die Beziehungen des Magnesiums zur Pflanze[1]) machte ich zu wiederholten Malen die Beobachtung, dass Keimlinge der Bohne, wenn sie unter Glasglocken, die mit Wasser abgesperrt waren, gezogen wurden, um das Doppelte, ja Dreifache länger erschienen, als solche, die unter Glocken ohne Wasserabschluss standen, ganz gleichgültig, ob sie in Mg-freier oder Mg-hältiger Nährlösung, in Erde oder in Sägespänen gezogen wurden.

Von meinen zahlreichen diesbezüglichen Versuchen hebe ich folgende zwei hervor:

I. Versuch mit Phaseolus multiflorus Willd.

4 Blumentöpfe wurden mit guter Gartenerde beschickt, in jeden 6 Bohnenkeimlinge von 1 *cm* Wurzellänge gleich tief eingesetzt und unter 4 Glasglocken mit je 9 *l* Fassungsraum auf Tonschälchen in Keimschalen gestellt.

Die Temperatur schwankte zwischen 19—22° C., Lichtzutritt ausgeschlossen:

I. Glocke: wurde mit einer etwa 6 *cm* hohen Schicht Leitungswassers abgeschlossen gehalten, nachdem in ihrem Raume ausser dem Blumentopfe ein Schälchen mit KOH untergebracht worden war.

II. Glocke: mit Wasser abgesperrt, aber ohne KOH.

III. Glocke: ohne KOH, ohne Wasserabschluss, wurde mittels eines Holzklötzchens behufs unbehinderten Luftzutritts einseitig gehoben.

1) OSWALD RICHTER, Untersuchungen über das Magnesium in seinen Beziehungen zur Pflanze (I. Teil), Sitzb. der kais. Akad. der Wiss. in Wien. Math.-naturw. Klasse. Bd. CXI, Abt. I. April 1902. S. [171—172] oder S. 1 und 2 des Separatabdruckes.

IV. Glocke: ohne KOH, ohne Wasserabschluss, aber mit feuchtem Filtrierpapier behufs Aufhebung der Transpiration abgeschlossen und wie III einseitig gehoben.

Beginn des Versuches am 2. Oktober 1902.

Glocke	Nach Tagen	Ergebnis
I.	3	6 Bohnenstengelchen von 3 *cm* Durchschnittshöhe haben sich über die Erde erhoben
	4	die Bohnenstengelchen haben eine Durchschnittshöhe von 9 *cm*
	6	die Bohnenstengelchen haben eine Durchschnittshöhe von 17 *cm* und eine -Dicke von 4,5 *mm*
II.	3	4 Bohnenstengelchen von 3 *cm* Durchschnittshöhe haben sich über die Erde erhoben
	4	5 Bohnenstengelchen haben eine Durchschnittshöhe von 9 *cm*
	6	5 Bohnenstengelchen haben eine Durchschnittshöhe von 17,1 *cm* und eine -Dicke von 4,5 *mm*
III.	3	1 Bohnenstengelchen von $^1/_2$ *cm* Höhe erhebt sich über die Erde
	4	6 Bohnenstengelchen von $1^1/_2$ *cm* Durchschnittshöhe sind zu sehen
	6	6 Bohnenstengelchen haben eine Durchschnittshöhe von 5,4 *cm* und eine -Dicke von 6,5 *mm*
IV.	3	kein Bohnenstengelchen ist herausgekommen
	4	6 Bohnenstengelchen erheben sich über die Erde
	6	6 Bohnenstengelchen haben eine Durchschnittshöhe von 5,4 *cm* und eine -Dicke von 6,5 *mm*

Es verhält sich also die Stengellänge im abgeschlossenen Raume zu der bei Luftzutritt wie 17 *cm* : 5,4 *cm* und die betreffenden Stengeldicken wie 4,5 *mm* : 6,5 *mm*.

Am 8. Oktober 1902 wurden die Versuchspflanzen photographisch aufgenommen (siehe Taf. X, Fig. 1).

II. Versuch mit Vicia sativa L.

4 Töpfe mit guter Gartenerde wurden mit je 30 eben ausgekeimten Wickensamen besäet.

Versuchsanordnung wie früher, Glocken mit 6 *l* Fassungsraum, Temperatur zwischen 20—25° C.

Beginn des Versuches am 24. Oktober 1902.

Beendigung des Versuches am 27. Oktober 1902.

Die Versuchspflanzen wurden photographiert, vergl. Taf. X, Fig. 2.

Am Tage der Beendigung des Versuches war das Verhältnis der Durchschnittslängen bei I : II : III : IV = 7,15 *cm* : 6,7 *cm* : 1 *cm* : 2 *cm*.

NB. In III. waren 14 Pflanzen noch nicht über die Erde hervorgekommen, von den restlichen 16 waren 14 niederliegend und krumm[1]).

In IV. von 19 hervorgekommenen Keimlingen 12 niederliegend und krumm.

1) D. Neljubow, Über die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* und einiger anderen Pflanzen (vorl. Mitteilung). Separatabdruck aus: „Botan. Centralblatt". Beihefte. Bd. X. Heft 3, 1901.

Ähnliche Resultate bezüglich der Längenverhältnisse gaben auch Lichtpflanzen von *Phaseolus multiflorus* Willd. und Licht- und Dunkelpflanzen von *Helianthus annuus* L., sowie Dunkelpflanzen von *Cucurbita Pepo* L.

Darnach scheint die CO_2 keinen merkbaren Einfluss auf das Wachstum meiner Versuchspflanzen zu nehmen[1]), denn I. und II. zeigen in allen Versuchen keinen wesentlichen Unterschied in der Durchschnittslänge und -dicke, auch der Transpirationsausschluss kann nicht den wesentlichen Unterschied zwischen I. und II. und III. und IV. ausmachen, denn IV. ist ja auch an der Transpiration gehindert, und zwar durch feuchtes Filtrierpapier, das Luft unter dem gehobenen Rande der Glocke zu den Keimlingen durchlässt.

Nun hat WIELER[2]) gezeigt, dass eine bestimmte niedere Sauerstoffspannung das Wachstum von Phanerogamenkeimlingen nicht nur nicht schädigte, sondern sogar förderte. Und die über die gleiche Erscheinung handelnden Arbeiten von JACCARD[3]) und SCHAIBLE[4]) bestätigen seine Befunde im allgemeinen mit der Ergänzung, dass nicht nur, wie WIELER annahm, die verminderte Partiärpressung des O allein, sondern auch der verminderte Gasdruck allein ohne Rücksicht auf die O-Menge im gleichen Sinne zu wirken vermöge.

Es war mir daher in hohem Grade wahrscheinlich, dass die durch Pflanzenatmung erregte verminderte O-Spannung den merkwürdigen Grössenunterschied bei meinen Versuchspflanzen hervorrufe.

Wie oben erwähnt, fielen auch Versuche mit verschiedenen Keimlingen anderer Art sämtlich zu Gunsten meiner Vermutung aus, und ich war nahezu überzeugt, dass die in den mit Wasser abgeschlossenen Glocken entstehende O-Verdünnung das relativ starke Längenwachstum bedinge.

Bevor ich aber meine Versuche, die bisher durchaus im Laboratorium angestellt worden waren, abschloss, machte ich noch einige Experimente im Gewächshause und war aufs höchste überrascht, zu sehen, dass die Versuche hier ganz anders ausfielen, d. h. dass die Keimlinge unter Glocken mit und ohne Wasserabschluss gleich oder nahezu gleich

1) Vergl. P. CHAPIN, Einfluss der Kohlensäure auf das Wachstum. Flora, 91. Bd, 1902, S. 348–379.

2) A. WIELER, Die Beeinflussung des Wachsens durch verminderte Partiärpressung des Sauerstoffs. Untersuchungen aus dem bot. Inst. zu Tübingen. I. Bd Leipzig 1883. Heft II, S. 206—216.

3) M. PAUL JACCARD, Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. Revue générale de Botanique, Paris 1893. Bd. V, S. 289.

4) FR. SCHAIBLE, Physiologische Experimente über das Wachstum und die Keimung einiger Pflanzen unter vermindertem Luftdruck. Inaug.-Diss. Heidelberg. Stuttgart 1897/98.

wurden, sich also nicht in hervorragendem Masse unterschieden.

Im Gewächshause in mannigfaltigster Weise variierte Versuche ergaben immer das gleiche Resultat. Es konnte also bei meinen Versuchen im Laboratorium nicht die O-Verdünnung unter den abgeschlossenen Glocken die Ursache des grossen Längenunterschiedes sein.

Ein weiteres Eingehen auf diesen merkwürdigen Befund führte mich mehr und mehr zu der Überzeugung, dass der auffallende Unterschied im Ausfall der Experimente im Laboratorium und im Glashaus auf Rechnung der Laboratoriums- bezw. Glashausluft zu setzen sei.

Meine Versuche, auf deren ausführliche Wiedergabe ich wegen Raummangels verzichte, lenkten meine Aufmerksamkeit auf gewisse in der Laboratoriumsluft fast stets vorhandene Verunreinigungen (Spuren von Leuchtgas und anderen Gasen), die in unseren Arbeitsräumen gewöhnlich, wenn auch nur spurenweise, vorhanden sind.

Bekanntlich wachsen Keimlinge der Wicke, Erbse und Linse bei Abschluss von Licht häufig horizontal, und NELJUBOW[1]) hat vor kurzem gezeigt, dass die Ursache der „horizontalen Nutation" dieser Keimpflanzen der störende Einfluss des Leuchtgases und im besonderen der in ihm enthaltenen Spuren von Acetylen und Äthylen seien, also auch von Gasen, die in unseren Arbeitsräumen gewöhnlich aber nur spurenweise vorhanden sind. Daher war es naheliegend, dass die in der Laboratoriumsluft vorhandenen Leuchtgasspuren und event. andere Verunreinigungen meine Versuchsresultate bedingten.

Durch die Arbeiten von KNY[2]), BÖHM[3]), SPÄTH und MEYER[4]), LACKNER[5]), KRAUCH[6]), WEHMER[7]) und anderer [Literatur bei SORAUER[8]) und FRANK[9])] wurde die Schädlichkeit des Leuchtgases

1) D. NELJUBOW, l. c.

2) L. KNY, Einfluss des Leuchtgases auf die Baumvegetation. Sitzungsb. der naturf. Freunde zu Berlin. Sitz. vom 20. Juni 1871. Bot. Ztg. 1871, S. 852, 853, 854, 867, 868, 869.

3) JOS. BÖHM, Über den Einfluss des Leuchtgases auf die Vegetation. LXVIII. Sitzungsb. der kais. Akad. der Wiss. in Wien, 1873. I. Abt. Oktober-Heft, S.-A.

4) SPÄTH und MEYER, Beobachtungen über den Einfluss des Leuchtgases auf die Vegetation von Bäumen. Landwirtsch. Versuchsst. Bd. 16.

5) LACKNER, Monatsschrift des Ver. zur Beförd. des Gartenb. in den königl. preuss. Staaten. Januar 1873. (Nach SORAUER).

6) C. KRAUCH, Über Pflanzenvergiftungen (Journ. für Landw.). Bd. XXX, 1882, S. 271—291. I. Wirkung giftiger Stoffe, die bei der Fabrikation des Leuchtgases auftreten, und die Giftigkeit des Leuchtgases. Ref. Bot. Centr. 1882. XII. S. 130.

7) C. WEHMER, Über einen Fall intensiver Schädigung einer Allee durch ausströmendes Leuchtgas. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. 1900. S. 267.

8) PAUL SORAUER, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 2. Aufl. 1886, Berlin. 1. Teil: „Die nicht parasitären Krankheiten", „Leuchtgas und andere Gase". S. 522—527.

9) A. B. FRANK, Die Krankheiten der Pflanzen. 2. Aufl., Breslau 1895. 1. Bd.: „Die durch anorganische Einflüsse hervorgerufenen Krankheiten". S. 316—317.

auf die Pflanze dargetan. Für unsere Frage ist speziell wichtig, dass MOLISCH[1]) gezeigt hat, wie bereits sehr geringe Mengen von Leuchtgas, nämlich 0,005 pCt., Verkürzung bei Wurzeln von *Zea Mays*-Keimlingen im Längen- und Förderung im Dickenwachstum hervorrufen.

Um nun zu ermitteln, ob bei meinen Versuchen das in Spuren vorhandene Leuchtgas der Laboratoriumsluft einen Einfluss ausübe, machte ich zahlreiche Versuche, von denen ich folgende mitteile:

III. Leuchtgasversuch mit Keimlingen der Bohne im warmen Gewächshause.

Je 7 Bohnen von 4 *cm* Wurzellänge wurden unter 9 *l* fassende Glasglocken in Töpfen mit guter Gartenerde mit Wasser abgesperrt.

I. Glocke: ohne Gas.

II. Glocke: mit 11 *ccm* Gas, die unter die Glocke in einem Gläschen gebracht wurden.

III. Glocke: mit 26,5 *ccm* Gas.

Beginn des Versuches am 29. Januar, $^3/_4$9 Uhr früh.

Tag	Uhr	Temp.	I.	II.	III.
31. I.	4 früh	17°	2 Bohnen $^1/_2$ *cm* hoch, Erde wirft sich	1 Bohne kommt eben heraus	
—	4 nachm.	18°	4 Bohnen 1 *cm* hoch	1 Bohne kommt eben heraus	
1. II.	$^3/_4$7 früh	18°	7 Bohnen { 4 Bohnen 5 *cm*; 3 Bohnen 1 *cm* }	1 Bohne $^1/_2$ *cm* hoch	Erde wirft sich
2. II.	$^1/_4$9 früh	18°	8 *cm* Durchschnittshöhe	1 Bohne 1 *cm* hoch	Erde wirft sich
3. II.	$^1/_2$9 früh	18°	15 *cm* Durchschnittshöhe	7 Bohnen rund 2 *cm* hoch	4 Bohn. kommen eben heraus
4. II.	8 früh	17°	18 *cm* Durchschnittshöhe	5 *cm* Durchschnittshöhe	5 Bohnen 1 *cm* hoch
5. II.	4 früh	17°	Der Unterschied ist sehr deutlich		

Beendigung des Versuches am 5. Februar, 12 Uhr mittags.

Die Pflanzen wurden photographisch aufgenommen, Taf. X, Fig. 3.

Längenmasse am Tage der Photographie I : II : III = 22,8 *cm* : 6,1 *cm* : 2,3 *cm*.

Durchschnittsdicken 4 | 3 : 5 | 4 : 8 | 6 *mm*, wobei immer die erste Zahl den grossen, die zweite den kleinen Durchmesser des elliptischen Stengelquerschnittes angibt.

Dieser Versuch zeigt, dass Leuchtgas hemmend auf das Längen- und fördernd auf das Dickenwachstum von Bohnenkeimlingen einwirkt.

1) H. MOLISCH, Über die Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachstumsrichtung durch Gase (Aërotropismus). Sitzungsb. der kais. Akad. der Wiss. in Wien. Bd. 90, I. Abt. Juli-Heft, Jahrg. 1884. S. [183—189], S. 73—79 des S.-A.

IV. Holzkohlenversuch in einem Keimkasten des Laboratoriums.

NELJUBOW[1]) verwendet zur Reinigung der Laboratoriumsluft KOH, $Ba(OH)_2$, $CaCl_2$, rotglühendes CuO, wieder $Ba(OH)_2$ und H_2O.

Ich habe unter Verzicht auf die vollständige[2]) Reinigung der Luft mit Holzkohle[3]) gearbeitet.

In ein grosses Gefäss mit hohen Wandungen wird der Topf mit den Versuchspflanzen gestellt und eine Glocke darüber gestülpt, die durch ein Klötzchen gehoben wird.

Dann legt man um ihren Rand feuchtes Filtrierpapier, um der Austrocknung der Luft vorzubeugen. Auf das Filtrierpapier wird nun zwischen Glocken- und Gefässwand frisch zerkleinerte Holzkohle bis zum oberen Rande des grossen Gefässes gehäuft.

Dieser Gasabsorptionsapparat ist in der Folge mit II. bezeichnet.

Zur Kontrolle war ein Versuch mit Wasserabschluss (I) und einer mit direktem Laboratoriumsluftzutritt (II. Glocke, gehoben durch ein Klötzchen, mit feuchtem Filtrierpapier nass gehalten) aufgestellt.

Ort: Warmkasten.

Beginn des Versuches am 28. Januar um 6 Uhr abends. Ende am 31. Januar, 12 Uhr mittags.

Zahl der Versuchspflanzen per Topf: 7 Bohnen.

Glocken mit 10 *l* Fassungsraum.

Am 31. Januar, 1 Uhr nachmittags wurde der Versuch photographiert, Taf. XI, Fig. 4.

Die Durchschnittshöhen verhalten sich in I : II : III = 13,2 : 8,9 : 4,6 *cm*.

Die Durchschnittsdicken verhalten sich in I : II : III = 5 | 4 : 5 | 3,7 : 7 | 6 *mm*, wobei wiederum die erste Zahl den grossen, die zweite den kleinen Durchmesser der Stengelquerschnittsellipse wiedergibt.

Dieser Versuch zeigt, dass die Laboratoriumsluft nach dem Durchgang durch wenig Holzkohle schon den stengelverdickenden Einfluss verliert und an ihren längenwachstumshemmenden Eigenschaften teilweise einbüsst.

V. Versuch über das Verhalten von Bohnenkeimlingen, die im Dunkeln im Warmkasten in reiner und schlechter Luft abwechselnd gezogen wurden.

Bohnen, die am 16. Januar quellen gelassen wurden, wurden am 17. Januar in eine Keimschale mit Sägespänen gesetzt und im Warmkasten auskeimen gelassen.

Am 20. Januar war die Wurzellänge 4 *cm*.

Von diesen Bohnen wurden nun je 7 in zwei Töpfe mit Erde gesetzt, unter Glocken gegeben, die eine Glocke mit Klötzchen gehoben, die andere mit Wasser abgeschlossen.

Die Temperatur schwankte zwischen 21—23° C.

1) D. NELJUBOW, l. c.

2) Es zeigt sich nämlich, dass das Absorptionsvermögen der Holzkohle für Gas beim längeren Stehen der Versuche abnimmt, so dass die „Holzkohlenpflanzen“ schliesslich wegen der fortschreitenden Verschlechterung der sie umgebenden Atmosphäre auch zurückbleiben.

3) Die Luft, welche aus gewöhnlicher Holzkohle gesaugt wird, hat nach BÖHM (Über das Verhalten von vegetabilischen Geweben und von Stärke und Kohle zu Gasen, 1883. S.-A. aus der Bot. Zeitung 1883. Nr. 32—34, S. 13) dieselbe Zusammensetzung wie die atmosphärische Luft, daher war Holzkohle für meine Versuche ganz besonders geeignet.

Am 27. Januar wurden die Versuche unterbrochen und die Versuchspflanzen gemessen.

Die Durchschnittshöhe bei Wasserabschluss verhielt sich zu der bei Luftzutritt wie 26 *cm* : 8,2 *cm*, die betreffenden Dicken wie 3 | 3 *mm* : 9 | 6 *mm* oben bezw. 7 | 6 *mm*[1]) unten am Stengel.

Nach der Messung wurden die Pflanzen aus der Glocke mit Wasserabschluss unter die Glocke mit Klötzchen gegeben, die anderen mit Wasser abgeschlossen.

Am 3. Februar wurde der Versuch beendet und jedesmal die sechs schönsten Pflanzen photographiert, Taf. XI, Fig. 5.

Die Messung an allen Pflanzen am Tage der photographischen Aufnahme:

Durchschnittshöhe bei Wasserabschluss : Luftzutritt = 40,5 *cm* : 37,8 *cm*
Durchschnittsdicke bei Wasserabschluss : Luftzutritt = 3,5, 3 *mm* : 5, 4 *mm*.

Es haben also die Bohnen links in der Photographie seit 27. Januar um 32,5 *cm* zugenommen gegen 11,8 *cm* Längenzuwachs rechts und sind um 5,5 und 3 *mm* schmächtiger geworden, während die Pflanzen rechts um 2,1 *mm* dicker geworden sind.

Der Versuch V hat also gelehrt, dass sich der Einfluss der Laboratoriumsluft auf das Längen- beziehungsweise Dickenwachstum an denselben Pflanzen nachweisen lässt, je nachdem man sie ihr aussetzt oder sie ihr entzieht.

Wiederholte Versuche, auf deren eingehende Schilderung ich verzichte, haben schliesslich gezeigt, dass in allen Räumlichkeiten unseres Instituts die Versuche analog ausfielen, und eine speziell mit der Absicht aufgestellte Versuchskolonne, in den Längenunterschieden und Dickendifferenzen ein Mass für die Güte der Laboratoriumsluft in den einzelnen Zimmern zu erhalten, ergab, dass die Luft durchschnittlich im Keimkasten, im Mikroskopierzimmer[2]), im Vorbereitungsraum und im Hörsaal[3]) des Instituts für derartige Versuche gleich schlecht ist. Dabei ist das Institutsgebäude ein Neubau aus dem Jahre 1898, mit grossen, geräumigen, und den Anforderungen moderner Hygiene entsprechenden Zimmern.

Aus den angeführten Versuchen geht hervor:

1. dass Leuchtgas[4]) in bestimmten Mengen Keimlingen der Bohne zugeführt, hemmend auf das Längen-, dagegen fördernd auf das Dickenwachstum einwirkt; dabei wird die Nutation ausserordentlich deutlich,
2. dass Laboratoriumsluft im gleichen Sinne wirkt, wodurch es besonders mit Bezug auf NELJUBOW's[5]) Versuche mit Erbsen-

1) Über die Bedeutung dieser Zahlen vergl. die Bemerkung bei Versuch II.

2) Im Mikroskopierzimmer stehen drei Warmkästen, die Tag und Nacht mit vier Gasflammen geheizt werden.

3) Im Hörsaal, mit dem der Vorbereitungsraum durch eine Tür verbunden ist, steht ein Paraffinofen mit einem Mikrobrenner, der Tag und Nacht brennt.

4) Versuche mit Benzoldämpfen ergaben bei Bohnen das gleiche Resultat [vgl. NELJUBOW's Befunde bei der Erbse. (l. c.)]

5) l. c.

keimlingen sehr wahrscheinlich wird, dass die in der Laboratoriumsluft enthaltenen Leuchtgasspuren der Grund der auffallenden Erscheinung sind,

3. dass die Verkürzung und Verdickung proportional ist der Menge Leuchtgas, die man auf einmal mit den Keimlingen abschliesst, beziehungsweise der Länge der Zeit, in welcher man die Pflanzen der Laboratoriumsluft aussetzt,
4. dass Reinigung die schädigende Wirkung der Laboratoriumsluft aufhebt; endlich
5. dass reine Luft, etwa die des Glashauses, unter gleichen Umständen nie so bedeutende Höhen- und Dickenunterschiede hervorruft.

Diese Tatsachen gewinnen an Bedeutung, da WIELER[1]), JACCARD[2]) und SCHAIBLE[3]) ihre Experimente über die Wirkung der O-Entspannung im Laboratorium ausgeführt haben, ihre Kontrollpflanzen also der schädigenden Wirkung der Laboratoriumsluft ausgesetzt waren. Besonders SCHAIBLE[3]) hatte nach seinen eigenen Äusserungen bei seinen ersten Versuchen ein ganz ungeeignetes Laboratorium: „Dasselbe (das Arbeitslokal)“, schreibt er l. c. S. 15, „liegt im Gebäude des alten chemischen Laboratoriums in Stuttgart vollständig zu ebener Erde, in dicken Grundmauern, Sonnenschein dringt wenig herein. Auch wird es, da es unbenutzt steht, wenig oder gar nicht gelüftet.“

Darnach ist es in hohem Grade wünschenswert geworden, die Befunde der genannten Forscher durch Versuche in reiner Luft einer genauen und eingehenden Prüfung zu unterziehen.

Ganz primitive Experimente im Warmhause unseres Glashauses mit Bohnen, Kartoffeln und Zwiebeln von Tulpen, bei denen die Versuchspflanzen unter Glocken mit Wasserabschluss gezogen wurden, während die Kontrollpflanzen unter Glocken mit O-Zutritt standen, haben inzwischen gelehrt, dass tatsächlich eine geringe Förderung des Längenwachstums im O-entspannten Raume eintritt, dass, wie von JACCARD und SCHAIBLE immer hervorgehoben wird, besonders die Blattlamina im Wachstum gefördert wird, dass aber bei meiner Versuchsanordnung nie jene grossen Höhenunterschiede in der Zeit bis zum Aufbrauche des O auftreten, wie sie bei JACCARD und SCHAIBLE wiedergegeben sind. Auch Blüten scheinen in der Aufblühfolge gefördert zu werden, wenn man sie unter Glocken mit Wasserabschluss zieht. Bei der Kartoffel scheint auch etwas von JACCARD's „Ramification“ aufzutreten.

---

1) A. WIELER, l. c.
2) P. JACCARD, l. c.
3) FR. SCHAIBLE, l. c. S. 21.

Darnach hätte man sich die Wieler', Jaccard', Schaible'schen Befunde in folgender Weise zu erklären:

Die grossen Höhenunterschiede bei den Versuchspflanzen Jaccard's und Schaible's dürften sich durch die Wirkung der Laboratoriumsluft auf die Kontrollpflanzen erklären.

Bei den Wieler'schen Versuchen endlich könnte man daran denken, dass durch das Auspumpen des Apparates mit Hinblick auf meinen V. Versuch Hand in Hand mit der O-Entspannung die in der Laboratoriumsluft enthaltenen Giftstoffe entfernt wurden, wodurch rascherem Wachstum nichts mehr im Wege stand, und dass beim neuerlichen Füllen wiederum die Giftstoffe der Laboratoriumsluft in den Apparat eindrangen und hemmend auf das Längen- und fördernd auf das Dickenwachstum wirkten. Damit will ich natürlich die von Wieler behauptete Förderung des Längenwachstums durch O-Entspannung durchaus nicht in Abrede stellen.

Bei meinen Versuchen im Keimkasten habe ich unter anderem auch beobachtet, dass sich die Circumnutationsbewegungen von *Helianthus annuus* L.- und *Cucurbita Pepo* L.-Keimlingen bedeutend unterschieden, je nachdem man die Pflanzen unter Glasglocken mit oder ohne Wasserabschluss zog.

Bei analoger Versuchsanordnung, wie sie schon früher bei den Bohnenexperimenten S. 180 angegeben wurde, zeigte sich bei den genannten Keimlingen eine Erscheinung, die durch die Photographien Fig. 6 auf Tafel XI und Fig. 7 auf Tafel XII wiedergegeben ist.

Das Charakteristische in diesen Bildern ist das gegenseitige Sichumfassen, Sichineinanderschlingen, das zopfförmige Sichumwinden der Versuchspflanzen in I und II.

Grund dieser Erscheinung konnte nicht die Absorption der CO_2[1]) und nicht der Transpirationsausschluss sein.[2]) Auch die durch Atmung erzeugte Sauerstoff-Entspannung ist nicht die Ursache dieser auffallenden Habitusbilder, denn Kulturen im Gewächshause mit und ohne Wasserabschluss zeigten das gleiche Aussehen.

Da nun aber die Versuche mit der Bohne ihre Erklärung durch die hemmende Wirkung der Laboratoriumsluft auf das Wachstum der Kontrollpflanzen gefunden hatten, liegt es nahe, auch hier sowohl bei der Überverlängerung der Hypokotyle als bei ihren offenbar auf Circumnutationsbewegungen zurückzuführenden Verschlingungen die Ursache in der Darstellung eines von Verunreinigungen freien Luftvolumens zu erblicken.

1) Vgl. P. Chapin, l. c. und die diesbezügliche Erörterung auf S. 182.

2) Die Wachstumsförderung von IV gegen III in beiden Versuchen ist auf Rechnung der verringerten Transpiration zu setzen.

Dabei ist die Bewegung der Keimlinge so vergrössert oder besser der Bewegungsradius infolge des Überhängens der Hypokotyle so gross, dass man sie mit freiem Auge ohne jedes Hilfsmittel verfolgen kann.

Indem ich bezüglich der Beobachtungsmethoden von Circumnutationsbewegungen auf die einschlägigen Arbeiten von DARWIN[1]), WIESNER[2]), FRITSCHE[3]) und VOSS[4]) verweise, möchte ich nur erwähnen, dass ich mit gutem Erfolge je zwei Glasscheiben zur Beobachtung verwendete, auf die ich mit Glastinte Quadratgitter gezeichnet hatte, und von denen zwei über und zwei seitlich vor dem nutierenden Keimling angebracht waren. Auch auf diese Weise wird die Visierlinie gut fixiert.

Von besonderer Bedeutung für die Beobachtung war auch die Befestigung der Marke, wenn eine solche verwendet wurde.

Jede Verletzung von Pflanzen in reiner Luft, auch die anscheinend geringste, übt, ausgenommen an den Kotyledonen, eine ausserordentlich bewegungshemmende Wirkung aus.

Ich hebe das besonders hervor, da FRITSCHE[5]) erst jüngst durch genaue Beobachtungen an Laboratoriumspflanzen zu dem Schlusse kam: „Wird das Hypokotyl, also der Pflanzenteil, dessen Circumnutation beobachtet wird, durch Einstechen feiner Glasnadeln verletzt, so ist keine wesentliche Wachstums- bezw. Nutationsstörung zu beobachten."

Als passendster Ort für die Befestigung erwiesen sich schliesslich jene saftreichen Zellpartien, welche die in die Kotyledonen eintretenden Nerven begleiten. Hier wurde ihrer Leichtigkeit wegen eine Glaskapillare statt des gewöhnlich verwendeten Glasstabes mit Siegellacktröpfchen versehen, eingesteckt.

Die Versuchsanordnung bei den genauen und zahlreichen Versuchen war folgende: Zwei gleich grosse Bechergläser von 1,5—2 *l* Inhalt wurden mit entsprechenden Kristallisierschalenhälften zu feuchten Kammern verbunden, in die je auf einem Gipspfropf, der halb im Wasser stand, der Topf mit dem zu beobachtenden *Helianthus*-Keimling gestellt wurde. Um den feuchten Belag an der Wand des Becherglases zu vermeiden, ist es vorteilhaft, es zuerst mit etwas Glycerin auszukleiden, wodurch die Marke während des ganzen Versuchs sichtbar bleibt. Zur Deutlichmachung derselben ist es auch notwendig, auf die Erde des Blumentopfes weisses Papier zu legen und die feuchten Kammern auf weisses Papier zu stellen.

Eine feuchte Kammer wurde schliesslich mit Wasser abgeschlossen, bei der andern das Becherglas durch ein Klötzchen gehoben; die so angestellten Versuche konnten nun entweder im Lichtthermostaten oder im Dunkelkeimkasten beobachtet und das jeweilige Vorrücken der Marke durch die senkrechten Projektionen auf die

---

1) DARWIN, CH., „Gesammelte Werke" aus dem Englischen übersetzt von J. VICTOR CARUS. Autorisierte deutsche Ausgabe. XIII. Bd. „Das Bewegungsvermögen der Pflanzen." Stuttgart 1881. S. 36.

2) WIESNER, J., „Das Bewegungsvermögen der Pflanzen, eine kritische Studie über das gleichnamige Werk von CHARLES DARWIN nebst neuen Untersuchungen." Wien 1881. Verl. bei ALFRED HÖLDER.

3) FRITSCHE, CURT, „Über die Beeinflussung der Circumnutation durch verschiedene Faktoren". Inaug.-Diss. Leipzig. 1899. S. 5.

4) VOSS, W., „Neue Versuche über das Winden des Pflanzenstengels." Bot. Ztg., 60. Jahrg. 1902, Heft XII, S. 231.

5) l. c. S. 31.

obere und seitliche Beobachtungsscheibe in der Zeichnung festgehalten und durch Rekonstruktion im Raume wiedergegeben werden.

Indem ich Platzmangels halber verzichte, das Verhalten der entstandenen Kurve zu illustrieren, möchte ich nur die wichtigsten Schlüsse vorbringen, zu denen ich auf Grund einer Fülle von derartigen Zeichnungen und auch direkten Beobachtungen von *Helianthus*-Keimlingen unter Glocken sowohl im starken und schwachen diffusen Lichte als auch im Dunkeln gekommen bin, nämlich:

1. Die Bewegung in mit Wasser abgeschlossenen Glocken ist in ihrer Art nicht wesentlich von der bei Luftzutritt verschieden.
2. Beide Bewegungen erfolgen gleich rasch.
3. Die Hypokotyle im abgeschlossenen Raume legen in gleichen Zeitteilen längere Strecken zurück als die Kontrollexemplare bei Luftzutritt.
4. Diese Vergrösserung der Bewegung ist auf das Überhängen der Hypokotyle bei Luftabschluss zurückzuführen, wodurch sich der Bewegungsradius ungemein vergrössert und die Bewegung ohne weiteres sichtbar wird.
5. Grund der Erscheinung ist der fördernde Einfluss, den reine Luft auf das Wachstum und damit auf die Circumnutationsbewegung ausübt.
6. Die von mir in reiner Luft beobachteten Circumnutationsdurchmesser verhalten sich zu denen von DARWIN[1]), von FRITSCHE[2]) und den von mir in Laboratoriumsluft gezeichneten wie 9 oder 5,6 *cm* zu 0,39 *cm*[1]) zu 1,35 *cm*[2]) zu 1,5 *cm*.
7. Licht beeinflusst in hervorragendem Masse die Bewegung bei Wasserabschluss, und zwar kann man bei einseitiger starker diffuser Beleuchtung eine Periodizität in der Bewegungsgeschwindigkeit wahrnehmen, indem die Bewegung zum Lichte beschleunigt, die vom Lichte verlangsamt wird.
8. Als Umlaufszeiten wurden bei Lichtexemplaren 2 Stunden 45 Minuten beziehungsweise 2 Stunden 25 Minuten festgestellt.
9. Die Beschleunigung der Bewegung zum Lichte und ihre Verzögerung bei der Bewegung vom Lichte ist innerhalb gewisser Grenzen proportional der Lichtstärke.

Unter günstigen Bedingungen ist also die Circumnutationsbewegung bei *Helianthus*-Keimlingen höchst auffällig, und durch ent-

1) DARWIN, l. c., S. 36.

2) FRITSCHE, l. c. Siehe Fig. 28 seiner Abhandlung, die den grössten Bewegungsdurchmesser hat.

sprechende Verlängerung der Glaskapillare konnte ich den Circumnutationskreis in reiner Luft so vergrössern, dass ich während der halbstündigen Beobachtungszeit das Siegellacktröpfchen sich unter meinen Augen 11,4 *cm* bewegen sah, indem es heftig zitterte und Schwingungen nach allen Richtungen des Raumes ausführte, die sehr unregelmässig waren.

Da eine Glaskapillare ohne Pflanze ebenso zittert und schwingt, so haben diese unregelmässigen Vorstösse weder mit den sogenannten Wachstumsoscillationen[1]), noch mit den Auslösungen der von WIESNER[2]) angegebenen Gewebespannungen etwas zu tun. Ebenso ist das Zittern auf die aufsteigenden warmen Luftströmungen des geheizten Glashauses zurückzuführen, durch die ja auch die Blätter von *Goldfussia* und anderen Pflanzen dauernd in zitternder Bewegung erhalten bleiben.

Die das Ganze beherrschende langsame Bewegung aber ist ohne Zweifel DARWIN's[3]) Circumnutationsbewegung.

Dabei wird 1 *cm* beiläufig in 3—4 Minuten durchmessen.

Diese Bewegung ist nicht zu verwechseln mit jener, welche Keimlinge beim Übertragen aus der dunstgesättigten Atmosphäre in die weniger gesättigte des Warmhauses zeigen. Diese erfolgt in gerader Richtung. Bei einer Kapillare von 35 *cm* Länge wird die Fallbewegung so vergrössert und geht so rapid vor sich, dass man sie nicht mit der im Bogen verlaufenden Circumnutationsbewegung verwechseln kann[4]).

Hervorgehoben sei endlich, dass Pflanzen mit kräftigem Unterteil die Vorbedingung für das Gelingen des Versuches sind, und dass man sich solche am besten verschafft, wenn man die *Helianthus*-Keimlinge in Sägespänen bis zur Höhe von 2 *cm* in Laboratoriumsluft wachsen lässt und sie dann bis zur kräftigen Nutation unter Glasglocken mit Wasser abgesperrt hält.

Das störende Schwingen der Glaskapillare kann bei Anstellung des Versuches in einem Glaskasten vermieden werden.

Anhangsweise möchte ich noch erwähnen, dass auch die spontane Nutation von *Helianthus*-Keimlingen durch die Laboratoriumsluft beeinflusst wird[5]).

1) W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, II. Bd., Kraftwechsel, I. Hälfte, Leipzig 1901, S. 20.

2) J. WIESNER, l. c.

3) C. DARWIN, l. c.

4) C. FRITSCHE, l. c., hat eine solche Austrocknungsbewegung bei Laboratoriumspflanzen gezeichnet, Fig. 19 seiner Tafeln, die Bewegung, während dieser Keimling umsank.

5) Bei meinen Untersuchungen über den Einfluss des Leuchtgases auf das Wachstum der Bohne zeigten sich an den meisten Stellen des fixierten Stengels Amitosen.

Da bisher wohl durch Abkühlung (GERASSIMOFF), Äther (derselbe u. NATHANSOHN), Chloral etc. (WASIELEWSKI), Benzol und 1 pCt. $CuSO_4$ (NĚMEC) in Algen und in Wurzeln höherer Pflanzen direkte Kernteilungen erzielt worden sind, Leuchtgas aber noch nicht dazu verwendet wurde, und weil man bisher noch

Zieht man nämlich Keimlinge der Sonnenrose im dunklen Keimkasten in Sägespänen, so zeigen sie Nutationen von 140°, 180°, ja 270°; unter gleichen Versuchsbedingungen im warmen Glashaus bleiben die starken Nutationen überhaupt aus.

Die stärksten, die ich beobachtete, waren Nutationen von 120°.

Quecksilberdämpfe und Pflanzenwachstum.

Quecksilberdämpfe rufen ähnliche Habitusbilder bei Bohnenkeimlingen hervor wie Leuchtgas und Laboratoriumsluft, nur töten sie dabei.

Wieder nur ein recht charakteristisches Beispiel:

Quecksilberversuch.

Je sieben Bohnen mit 4 *cm* langen Wurzeln wurden in zwei Töpfe mit guter Gartenerde gesetzt und unter 5 *l* fassende Glasglocken gegeben.

Die eine wurde mit reinem Hg abgesperrt, nachdem der Blumentopf auf einen Gipspfropf in ein Schälchen mit H_2O gestellt worden war. Der gleich ausgestattete Kontrollversuch wurde mit H_2O abgeschlossen.

Beginn des Versuches am 24. Januar 1903, Ende am 28. Januar.

Der Versuch wurde photographiert, Taf. XII, Fig. 8.

Durchschnittslänge am 28. Januar in I : II = 3,9 *cm* : 15,6 *cm*
„ dicke „ 28. „ „ I : II = 6,5 | 5 *mm* : 5 | 4 *mm*.

Die Pflanzen in I zeigten in den Wachstumszonen schwarze Flecke, die Kotyledonen dreier Bohnen waren ganz gebräunt, auf einer Bohne hatte sich ein Pilz angesiedelt.

Der Gesamteindruck der Pflanzen in I war der nach starker Vergiftung.

Der mikrochemische Nachweis von Hg mit KJ in Schnitten aus dem Stengelchen gelang jedoch nicht.

Nach dem Photographieren und Messen wurde der Versuch ins Warmhaus ans Licht gestellt und zeigte schon nach wenigen Tagen, dass die Hg-Pflanzen überhaupt nicht mehr imstande waren, zu wachsen oder neue Triebe aus den Kotyledonenachseln zu treiben.

Am 16. Februar war von I nur noch ein 3 *cm* hoher schwarzer Stumpf erhalten, die Kontrollpflanzen hatten dagegen die Höhe von 10—60 *cm* erreicht, waren gesund, kräftig, grün und hatten zahlreiche Blätter.

Dieser Fall zeigt, dass Pflanzen auch durch Hg-Dämpfe[1]) vergiftet werden können.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse vorliegender Abhandlung:

nicht Stengel auf ihr „amitotisches Verhalten“ untersucht hat, erlaube ich mir, die Aufmerksamkeit auf einen solchen Fall zu lenken.

Weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand behalte ich mir vor.

1) Man nimmt gewöhnlich an, dass Hg in Wasser nicht löslich sei, doch trifft das nicht für unwägbare Spuren zu, so können wir uns in unserem Falle das Eindringen des Hg in die Gewebe nicht anders denken, als mittels Lösung der Hg-Dämpfe im Pflanzensaft.

1. Leuchtgas wirkt hemmend auf das Längen- und fördernd auf das Dickenwachstum von Keimlingen der Bohne (*Phaseolus multiflorus* Willd.), *Helianthus annuus* L. und *Cucurbita Pepo* L.
2. Die Laboratoriumsluft hat denselben Einfluss, und es ist nach den vorliegenden Untersuchungen mehr als wahrscheinlich, dass die in der Laboratoriumsluft enthaltenen Spuren von Leuchtgas der Grund der auffallenden Erscheinung sind.
3. Dieser Befund gibt eine passende Parallele zu NELJUBOW's jüngst veröffentlichter Abhandlung über die horizontale Nutation von *Pisum sativum* und zu den in diesem Hefte publizierten Befunden MAXIM. SINGER's „Über den Einfluss der Laboratoriumsluft auf das Wachstum der Kartoffelsprosse".
4. Vorliegende Beobachtungen gewinnen an Bedeutung, da WIELER, JACCARD und SCHAIBLE, die über den Einfluss der verminderten Partiärpressung des O auf das Wachstum arbeiteten, ihre Versuche in Laboratoriumsluft ausgeführt haben.
5. Die Wirkung der Laboratoriumsluft zeigt sich bei *Helianthus*- und *Cucurbita*-Keimlingen auch darin, dass sie den Radius des Circumnutationskreises auf ein Minimum herabdrückt. *Helianthus*-Keimlinge circumnutieren in reiner Luft ausserordentlich deutlich. Es wurden Circumnutationsdurchmesser bis zu 9 *cm* beobachtet.
6. Die Laboratoriumsluft fördert bei *Helianthus*-Keimlingen und auskeimenden Bohnen die spontane Nutation, und sind besonders alle abnorm starken Nutationen von 130°—270° auf ihre Rechnung zu setzen.
7. Hg-Dämpfe vermögen ähnliche Höhen- und Dickenunterschiede hervorzurufen wie Leuchtgas, töten dabei aber die Pflanzen nach ganz kurzer Zeit.

Die vorstehenden Untersuchungen geben einen neuen Beleg für die ausserordentliche Empfindlichkeit der Pflanze und erinnern in dieser Beziehung an die von NÄGELI[1]) erkannte Oligodynamie.

Bekanntlich hat dieser Forscher gezeigt, dass jene Spuren von Metallen, besonders Cu, die sich im Wasser lösen, der Grund des Absterbens empfindlicher Algen, wie Spirogyren, sind. Die Grenze der Wirksamkeit liegt bei 1 Teil Cu auf 1 000 000 000 Teilen H_2O.

Daher sterben Algen in Nährlösungen, die mit aus kupfernen Apparaten dest. Wasser hergestellt sind, daher sterben sie in Leitungswasser aus Röhren, die lange Zeit nicht gebraucht worden sind, u. s. f.

1) C. v. NÄGELI „Über oligodynamische Erscheinungen in lebenden Zellen". Mit einem Vorwort von S. SCHWENDENER und einem Nachtrag von C. CRAMER, Basel. (Denkschrift. der schweizerischen naturf. Gesellschaft, Bd. XXXIII, S. 1893.) Ref. Bot. Zeitg. 1893, Nr. 22, S. 337—343.

Neuerlich hat O. Löw[1]) auf diese Wirkung oligodynamischen Wassers aufmerksam gemacht, da ASCHOFF[2]) von der Giftwirkung von dest. Wasser auf Bohnen berichtet hatte.

Ich meine nun, dass wir in NELJUBOW's, SINGER's und meinen Befunden über die Einwirkung der Laboratoriumsluft und meinen Beobachtungen über die Wirkung der Spuren von Hg-Dämpfen auf das Wachstum der Pflanzen neue Belege für die überraschende Empfindlichkeit der Pflanze gegen Spuren von gewissen Körpern zu erblicken haben, ein Umstand, der uns bei Laboratoriumsarbeiten zur Vorsicht mahnt. Wir arbeiten im Laboratorium meist mit kranken Pflanzen, weshalb heute zu den notwendigsten Forderungen eines pflanzenphysiologischen Institutes ein lüftbares Gewächshaus gehört.

Pflanzenphysiol. Institut der k. k. deutschen Universität Prag.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

Fig. 1. Keimlinge von *Phaseolus multiflorus* Willd. unter 9 *l* fassenden Glasglocken im Keimkasten des Laboratoriums kultiviert, wobei Glocke I mit Wasser abgesperrt wurde, nachdem ein Schälchen KOH zu den Keimlingen gestellt worden war. Glocke II mit Wasserabschluss ohne KOH. Glocke III ohne Wasserabschluss, mit Klötzchen gehoben. Glocke IV ohne Wasserabschluss, mit Klötzchen gehoben, aber mit feuchtem Filtrierpapier am Rande belegt.

„ 2. Derselbe Versuch mit Wickenkeimlingen.

„ 3. Versuch mit Bohnen im Warmhaus mit 9 *l* fassenden Glasglocken mit Wasserabschluss im Dunkeln. I. ohne Leuchtgas, II. mit 11 *ccm* Leuchtgas auf 9 *l*, III. mit 26,5 *ccm* Leuchtgas auf 9 *l*.

Tafel XI.

„ 4. Versuch mit Bohnen im Keimkasten im Dunkeln mit 10 *l* fassenden Glocken. I. bloss mit Wasserabschluss, II. in durch Holzkohle gereinigter Luft. III. die Glocke wurde mit Klötzchen gehoben und mit feuchtem Filtrierpapier abgesperrt.

„ 5. Bohnen abwechselnd in Laboratoriumsluft und in reiner Luft gezogen.

„ 6. *Helianthus*-Keimlinge im Keimkasten gezogen, Versuchsanstellung wie in Fig. 1.

Tafel XII.

„ 7. *Cucurbita*-Keimlinge, ebenso gezogen, wie die *Helianthus*-Keimlinge.

„ 8. Quecksilberversuch. I. mit Hg, II. mit Wasser abgeschlossen.

1) O. Löw, „Über die Giftwirkung des dest. Wassers". (Landw. Jb., Bd. XX, 1891, S. 235.)

2) Landw. Jb., 1890, S. 115.

26. C. Correns: Weitere Beiträge zur Kenntnis der dominierenden Merkmale und der Mosaikbildung der Bastarde.

Eingegangen am 23. März 1903.

Die folgenden Beobachtungen sind eine Ergänzung zu meiner Mitteilung „Über die dominierenden Merkmale der Bastarde" im Februarheft dieser Berichte. Sie mussten wegbleiben, um die Mitteilung nicht zu umfangreich zu machen, und sind inzwischen im wesentlichen unverändert geblieben. Einige Bemerkungen, welche die seitdem erschienene zweite Lieferung des II. Bandes der Mutationstheorie und die vorläufige Mitteilung DE VRIES' „Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze"[1]) nötig machten, folgen als besondere Mitteilung in diesem Heft; sie sollen zeigen, weshalb ich die Begriffe Merkmalspaare und Anlagenpaare durchgängig beibehalten habe und keinen Unterschied zwischen „unisexueller" und „bisexueller Kreuzung" machen konnte.

I. Zur Kenntnis der dominierenden Merkmale.

Wenn es auch keinem Zweifel unterliegen kann, dass nach dem in meiner letzten Mitteilung Ausgeführten bei erneuter Prüfung eine Menge Fälle, wo jetzt ein Merkmal als dominierend betrachtet wird, ausgeschieden werden müssen, auch bei weiterer Fassung des Begriffes Dominieren, so bleiben doch noch genug Fälle übrig, bei denen ein wirkliches Dominieren stattfindet.

Ein hübsches Beispiel absoluter Dominanz des einen Merkmales über das andere hat mich der Bastard zwischen dem streng einjährigen **Hyoscyamus** (*niger*) **annuus**[2]) des Tübinger botanischen Gartens und dem ebenso streng zweijährigen **H. niger** (*spontaneus*[2]) aus Tübingens Umgegend kennen gelehrt: Das Merkmal Zweijährigkeit dominiert vollkommen. [RIMPAU[3]) fand umgekehrt den Bastard zwischen der einjährigen *Beta patula* und der überwiegend zweijährigen *B. vulgaris* einjährig.]

Ganz (oder nahezu ganz) dominierte auch die Zweihäusigkeit über die Einhäusigkeit bei dem Bastard **Bryonia alba + dioica**, hergestellt 1900 durch die Bestäubung sorgfältig geschützter Blüten der

1) Diese Berichte, Bd. XXI, S. 45 u. f.

2) Vergl. dazu einstweilen diese Berichte, Bd. XXI, S. 143, Anm.

3) W. RIMPAU, Das Aufschiessen der Runkelrüben. Landwirtsch. Jahrb., Bd. IX, S. 199.

Bryonia alba mit dem Pollen eines ♂ Individuums der *Bryonia dioica.* Bis auf ein fragliches Exemplar waren alle Pflanzen rein ♀ oder rein ♂. Leider waren die Knollen nach dem Transport aus Tübingen hier alle so dicht aufeinander gepflanzt worden, dass das Geschlecht der einzelnen nur mühsam festgestellt werden konnte, durch wiederholtes Markieren der einzelnen Zweige mit verschiedenfarbiger Wolle für die verschiedenen Geschlechter. Es ist deshalb möglich, dass die eine Ausnahme (ein wiederholt als ♂ markierter Zweig an einer sonst ♀ Pflanze) durch ein Versehen bedingt ist. Aber wenn das auch nicht der Fall ist, so liegt nicht die Monoecie der *Bryonia alba*, sondern ein Fall von Mosaikbildung vor. Bei *Bryonia alba* sind die Schösslinge zweigeschlechtig: zuerst treten ♂, und erst später ♀ Blütenstände auf[1]), hier war der ganze Schoss ♂.

Leider sind wenig Chancen vorhanden, auch die Gültigkeit der Spaltungsregel zu prüfen: die ♀ Exemplare des Bastardes trugen massenhaft kleine, rote Beeren, die aber völlig taub waren. Die Rückbastardierung mit den Stammeltern soll erst noch versucht werden.

Unser Bastard ist, worauf schon hier nebenbei hingewiesen sein mag, auch von grossem Interesse für die Lehre von der Sexualität, und zwar in doppelter Hinsicht. Er zeigt einmal, dass das Geschlecht der Pflanze nicht „**progam**“, d. h. schon vor der Befruchtung, in den Eizellen unveränderlich festgelegt sein **muss**[2]). Sonst hätten alle Individuen des Bastardes einhäusig sein müssen, und der Pollen der *Bryonia dioica* wäre wirkungslos geblieben. Er lehrt aber auch, dass die Keimzellen der zweihäusigen Pflanzen nicht alle dieselbe Anlage für **ein** Geschlecht enthalten, weder die für das gleiche (die Eizellen für ♀, die Pollenkörner für ♂), noch die für das conträre (die Eizellen für ♂, die Pollenkörner für ♀)[3]), sondern dass ein Teil (sowohl der ♀ als) der ♂ Keimzellen die Anlage für ♀, ein Teil die für ♂ enthält. Sonst hätten die Bastarde entweder alle ♂ oder alle ♀ werden müssen, während in der Tat die Abänderung des einhäusigen Charakters der *Bryonia alba* sowohl in der einen, als in der andern Richtung erfolgte. Die Versuche werden natürlich fortgesetzt.

Es ist wiederholt betont worden, dass das Dominieren der Merkmale für die Rassenbastarde[4]) charakteristisch sei, wie es die

1) Vergl. z. B. HILDEBRANDT, Über einige Fälle von Abweichungen in der Ausbildung der Geschlechter der Pflanzen. Botan. Zeitg. 1893, I. Abt., S. 30.

2) Das schliesst nicht aus, dass es progam festgelegt sein **kann** (*Dinophilus apatris*); das ist dann aber ein abgeleitetes Verhalten.

3) Beides ist bekanntlich mehrfach behauptet worden.

4) Das Wort „Rasse“ ist hier in dem populären Sinn, als gleichbedeutend mit „Kultursippe“, verwandt.

intermediäre Ausbildung für die Artbastarde sei. Ausnahmen, in dem Sinne, dass Rassenbastarde intermediäre Merkmale zeigen, sind aber in grosser Zahl bekannt; die erste fand MENDEL[1]) selbst für die Blütezeit seiner Erbsenbastarde. Eine ganze Gruppe von Ausnahmefällen lieferten mir meine **Radieschen**-Bastarde. Zwischen drei Sippen, die auf ihre Konstanz geprüft und, mit wenigen Ausnahmen, auch konstant gefunden worden waren, wurden mit allen Kautelen Bastarde hergestellt, die in drei der bis jetzt untersuchten Merkmalskategorien, in zwei der Farbe (Zellsaft „dunkelblutrot" und „weiss", Membranen der Rinde „gelb" und „farblos") und in einer der Form der Knolle („rund" und „zapfenförmig") intermediär waren, aber ausserordentlich stark, vom einen Extrem bis zum andern, hin und her schwankten.

Auch mit ganz ausgesprochener Ungleichheit in der ersten Generation, aber in zwei gut abgegrenzten Typen, trat die Farbe der Blumenkrone bei dem Bastard zwischen den beiden „guten" Arten **Phyteuma Halleri** und **Ph. spicatum** auf[2]). Als Mutterpflanze wurde ein auf der Alpenanlage des Tübinger botanischen Gartens kultiviertes, ganz typisches Exemplar des *Phyteuma Halleri* mit dunkelvioletter Blumenkrone verwendet, das leider in dem dem Versuche folgenden Winter zu Grunde ging. Die Blüten einer mit Gaze geschützen Infloreseenz wurden nach und nach sorgfältig kastriert und mit dem Pollen wild gewachsener Exemplare des *Phyteuma spicatum* mit weisser Blumenkrone[3]) bestäubt. (Das *Phyteuma nigrum* fehlt in der näheren Umgebung Tübingens ganz.) Die Fruchtknoten setzten alle gut an; von den Bastarden haben aber erst 9 geblüht, und zwar 5 hellblau, mit einem Stich ins Violette, und 4 violett, ähnlich wie *Phyteuma Halleri*, aber heller (die Intensität wurde noch nicht näher bestimmt). Dass diese vier Exemplare wirkliche Bastarde waren und kein *Phyteuma Halleri*, bewies — abgesehen von der merklich helleren Färbung der Blumenkrone — die intermediäre Blattzähnung. — Durch den Chlorophyllgehalt der Blumenkronzipfel wurde die Nuance der eigentlich hellblauen Blüten ins Graublaue gezogen. Unter den 4 dunkelblau blühenden Exemplaren war eins

1) G. MENDEL, Versuche über Pflanzenhybriden, S. 22 der Ausgabe von TSCHERMAK.

2) Ein Bastard derselben Abstammung ist schon wildwachsend gefunden worden: *Phyteuma Hegetschweileri* Brügger, Naturf. Gesellsch. Graubündtens, Jahrg. XXIII bis XXIV, S. 104. — J. MURR, Österreichische Botan. Zeitung 1888, S. 206, 1889, S. 47.

3) Sowohl bei *Phyteuma Halleri* als bei *Phyteum spicatum* führen die Zipfel der Blumenkrone Chlorophyll, was bei der erstgenannten Art durch den violetten Zellsaft verdeckt wird, bei der zweiten dagegen sehr auffällig ist.

wieder merklich heller als die andern, stand aber doch diesen noch viel näher als den 5 hellblau blühenden[1]).

Der Satz, dass das Merkmal „Farblosigkeit“, der Pigmentmangel, gegenüber der „Farbigkeit“ recessiv sei, kann auch nicht mehr als Gesetz aufrecht erhalten werden. BATESON[2]) sah bei seinen Hühnerbastarden das Weiss des „Dorking“ über das Braun des „Indian Game“ dominieren. Meine zahlreichen, stets sterilen Bastarde zwischen dem gelbblühenden **Polemonium flavum** und der weissblühenden Sippe des **Polemonium coeruleum**[3]) blühten alle fast rein weiss; nur im Schlunde der Blumenkrone war neben den violetten, auch bei dem zu den Versuchen verwendeten weissblühenden *Polemonium coeruleum* vorhandenen Adern etwas Gelb da. Die Aussenseite war zuweilen etwas violett angehaucht; das war aber auch die einzige Spur des erwarteten „Atavismus“. Die Bastarde des *Polemonium flavum* mit der blau blühenden Stammsippe des *Polemonium coeruleum* blühten alle blau, nach der Nuance und, so weit das ohne eingehende Untersuchung zu sagen war, auch nach der Intensität wie diese letztere; nur im Schlund wurden auch hier die violetten Adern von Gelb begleitet. Das Gelb wird durch die Anwesenheit gelber Chromatophoren bedingt, also gewiss durch ein Carotin.

II. Zur Kenntnis der Mosaikbildung bei den Bastarden.

Es ist eine wohlbekannte Tatsache, dass sich bei Bastarden die Merkmale der beiden Eltern derselben Kategorie nebeneinander, als Mosaik (nicht „gemischt“, sondern „gemengt“) zeigen können. Wir wissen darüber etwa Folgendes:

1. In den meisten Fällen ist das Mosaik nur eine gelegentliche, oft nur eine äusserst seltene Ausnahme[4]). Mir ist nur ein Fall bekannt, in dem es häufig auftritt: die Endosperm-Bastarde zwischen weissem oder gelbem Mais und blauem Mais.

2. Die Mosaikbildung kann sowohl eintreten, wenn für gewöhnlich das Merkmal des einen Elters über das des andern Elters domi-

---

1) Der Pollen von *Phyteuma Halleri* ist violett, hauptsächlich infolge des anthocyanhaltigen Zellinhaltes, der von *Ph. spicatum* gelblich, infolge der auch bei *Ph. Halleri* vorhandenen (aber schwächeren?) Färbung der Exine, der des Bastardes intermediär und sehr schwankend; die dunkelsten Körner sind jedoch von den *Halleri*-Körnern noch sehr gut zu unterscheiden. Seinetwegen wurde der Bastard gemacht.

2) BATESON and SAUNDERS, I. Report to the Evolution Committee, p. 95 (1902).

3) Hierher gehört offenbar der von W. O. FOCKE nach einem Exemplar kurz beschriebene Bastard zwischen *Polemonium flavum* und *P. coeruleum*. Vergl. Verh. des Naturf. Ver. Bremen, XII, 8 (1893).

4) Wenn das eine Elter schon konstant „Mosaik“bildung zeigt, so ist das natürlich etwas anderes. Wegen *Mirabilis* vergleiche diese Berichte, Bd. XX, S. 594.

niert, als auch, wenn für gewöhnlich der Bastard ein intermediäres Merkmal entfaltet.

3. Bei der Mosaikbildung brauchen die Merkmale der Eltern nicht in voller, unveränderter Stärke aufzutreten, es kann dabei auch das eine Merkmal durch die Anlage des andern modifiziert, herabgesetzt sein, und zwar in ganz verschiedenem Grade. So können z. B. bei dem Endosperm-Bastard zwischen dem weissen und dem blauen Mais blaue Flecke von sehr verschiedener Intensität — vom dunkelsten Blau der Sippe *cyanea* bis zu ganz blassem Blau — auf einem Grund auftreten, der zwischen dem reinen Weiss der Sippe *alba* und deutlichstem Blau schwankt.

4. Die Flecken des Mosaiks sind entweder scharf gegeneinander abgegrenzt oder gehen ineinander über.

All' das legte mir die Annahme nahe, dass die Mosaikbildung von der gewöhnlichen Entfaltungsweise der Anlagen homodynamer und heterodynamer Merkmalspaare prinzipiell nicht verschieden sei und vor allem mit den Vorgängen bei der Keimzellbildung nichts zu tun habe[1]). Inzwischen haben BATESON und SAUNDERS[2]) die Ansicht ausgesprochen, dass die Mosaikbildung auf dem Vorhandensein von „Inseln des recessiven Charakters“ in dem „gepaarten oder unaufgelösten Zustand“ beruhen könnte, in welchem der „Allelomorph“ (die Anlage für das eine Merkmal) von der „Zygote“ (dem Elter) in den „Gameten“ (dessen Keimzellen) übergegangen sei, und in welchem er in einem Zustande sei, in dem er von dem andern „Allelomorph“ (der Anlage für das andere Merkmal) in dem andern „Gameten“ nicht beeinflusst werden könne. Diese Hypothese, nach der also Anomalien bei der Keimzellbildung das Mosaik bedingen sollen, war durch die unter 3 und 4 mitgeteilten, schon längst veröffentlichten Tatsachen von vornherein widerlegt. Zum Überfluss sei noch ein experimenteller Beweis ihrer Unrichtigkeit beigebracht.

Zu jenen Merkmalskategorien, bei denen das eine Merkmal am schärfsten über das andere dominieren kann, gehört die chemische Beschaffenheit der Kohlenhydrat-Reservestoffe im Endosperm bei *Zea Mays*: A, Stärke, bei deren Anwesenheit das trockene Korn glatt ist, dominiert so vollkommen über a, Dextrin und Zucker, bei deren Überwiegen das Korn beim Austrocknen runzelig wird, dass wenigstens mikrochemisch kein Unterschied der Bastard-Endosperme der I. Generation von den Endospermen des einen Elters nachweisbar ist[3]). Ausnahmsweise tritt eine Mosaikbildung auf, indem einzelne

1) Vergl. z. B. diese Berichte, Bd. XIX, S. 79 (1901).

2) BATESON and SAUNDERS, I. Report to the Evolution Committee, p. 156.

3) Bastarde zwischen Maisrassen etc. Biblioth. Botan. Heft 53, an verschiedenen Stellen (1901). — Es wäre sehr erwünscht, wenn ein Chemiker eine makro-

Körner zum Teil stärkehaltig, glatt, zum Teil dextrinhaltig, runzelig, sind. Die runzeligen Partien pflegen an Umfang hinter den glatten zurückzustehen; oft sind nur ganz kleine, keinen Quadratmillimeter grosse Flecken des Endosperms von Zuckermaischarakter. Solche Mosaikkörner können in der ersten oder in den gemischtfrüchtigen Kolben der folgenden Generation auftreten, stets aber nur in geringen Prozentzahlen. So waren bei 13 772 Körnern an den Kolben der I. Generation des Bastardes zwischen den Sippen *coeruleodulcis* und *vulgata* nur 12 Endosperme der II. Generation ausgesprochene Mosaikbildungen, d. h. 0,09 pCt.

Ich habe nun im verflossenen Jahr diese Körner ausgesät und die Pflanzen von anderen Maiskulturen getrennt aufgezogen. Das Ergebnis war wegen verschiedenem Missgeschick, hauptsächlich infolge des kalten Sommers, nicht ganz befriedigend. Immerhin habe ich von 10 Pflanzen wieder Kolben erhalten, die soweit reif geworden waren, dass die Beschaffenheit der Körner sicher festgestellt werden konnte. Alle trugen glatte und runzelige Körner, etwa im Zahlenverhältnis 3 : 1; kein einziges Korn war wieder eine Mosaikbildung.

Die drei schönsten Kolben wurden durchgezählt; das Resultat ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Nummer der Pflanze		I		II		III		I—III	
Körner	glatt	110		69		161		340	
	runzelig	25	19 pCt.	20	22 pCt.	52	24 pCt.	97	22 pCt.

Damit ist bewiesen, dass die Embryonen der Körner mit dem Mosaikendosperm ganz normale Bastard-Embryonen (A + a oder a + A) waren. Da nun, wie ich gezeigt habe, hinsichtlich der Anlagen zwischen dem Embryo und dem Endosperm vollkommene Parallelität besteht — die sich, wie neue, in der letzten Zeit gesammelte Tatsachen zeigen, sogar auf ganz individuelle Differenzen erstrecken kann —, so ist bewiesen, dass auch die Endosperme ganz normale Bastard-Endosperme (A + a oder a + A) waren. Das Experiment gibt also dasselbe Resultat, das die Prüfung des fertigen Zustandes (3. und 4. Satz) geliefert hatte. Die Keimzellen, aus denen sie hervorgegangen sind, müssen ganz normal veranlagt gewesen sein, und die Mosaikbildung muss also während der vegetativen Ent-

chemische vergleichende Analyse der Endosperme einer bestimmten Zuckermaisrasse, einer bestimmten Rasse des gewöhnlichen Maises und der Bastardendosperme vornehmen wollte. Es würden sich dabei vielleicht doch noch Differenzen feststellen lassen, die der mikrochemischen Untersuchung entgehen.

wickelung, durch eine Änderung in der Dominanz, aus unbekannten Ursachen, zu stande gekommen sein.

In der vorstehenden Mitteilung wird zunächst das Verhalten der Merkmale der Eltern während der vegetativen Entwickelung des Bastardes für eine Anzahl bemerkenswerter Fälle beschrieben.

1. Vollkommenes Dominieren des einen Merkmales über das andere: *Hyoscyamus* (*niger*) *annuus* + *niger* (*spontaneus*) (Zweijährigkeit > Einjährigkeit) und *Bryonia alba* + *dioica* (Zweihäusigkeit > Einhäusigkeit).

2. Intermediäre Stellung des Bastardmerkmales mit auffälligem Schwanken von Individuum zu Individuum: Radieschen-Bastarde, Form und Farbe der Knolle.

3. Auftreten des Bastardmerkmales in zwei scharf geschiedenen, aber intermediären Typen: *Phyteuma Halleri* + *spicatum*, Blütenfarbe.

4. Dominieren der „Pigmentlosigkeit“ über die „Pigmentation“: *Polemonium coeruleum* f. typ. und f. *album* + *flavum*, Blütenfarbe.

Wegen der Bedeutung des Bastardes *Bryonia alba* + *dioica* für die Lehre von der Sexualität sei auf den Text (S. 196) verwiesen.

Es wurde dann noch durch ein Experiment mit *Zea Mays vulgata* + *coeruleodulcis* gezeigt, dass die Mosaikbildung aus den Merkmalen der Eltern nicht auf Unregelmässigkeiten während der Keimzellbildung zurückzuführen ist, sondern auf solchen während der Entfaltung der Anlagen beruht, dass, wie aus dem Studium des fertigen Zustandes hervorgeht und schon früher betont wurde, die Mosaikbildung nur ein Spezialfall des gewöhnlichen Verhaltens ist.

Zum Schluss bemerke ich ausdrücklich, dass alle Versuche fortgesetzt werden.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

27. C. Correns: Die Merkmalspaare beim Studium der Bastarde.

Eingegangen am 23. März 1903.

I.

In der zweiten Lieferung des II. Bandes der Mutationstheorie[1]) und in zwei vorläufigen Mitteilungen, einer in diesen Berichten[2]), einer in den Comptes rendus[3]), hat DE VRIES eine Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze gegeben, die das „Spalten" mancher Bastardmerkmale, das Konstantbleiben anderer in ebenso einfacher wie ingeniöser Weise zu erklären sucht.

Bekanntlich unterscheidet DE VRIES Mutationen, bei denen eine neue Anlage zur Summe der bereits vorhandenen hinzutritt, progressive Mutationen, und Mutationen, bei denen eine bereits vorhandene Anlage in einen andern Zustand übergeht, und zwar retrogressive Mutationen, wenn eine aktive Anlage latent wird, degressive, wenn eine latente Anlage aktiv wird. Bei der ersten Mutationsweise entstehen nach DE VRIES' Terminologie (Elementar-) Arten, bei der zweiten Varietäten.

DE VRIES findet nun:

1. dass die durch retrogressive und degressive Mutationen entstandenen Merkmale den Merkmalen der „Mendelkreuzungen" entsprechen, d. h. bei der Keimzellbildung spalten, und zwar die durch retrogressive Mutationen entstandenen in typischer Weise, die durch degressive Mutationen entstandenen in „nicht typischer" (d. h. der Nachweis ist mehr oder weniger erschwert).
2. dass die durch progressive Mutationen entstandenen Merkmale den konstanten, d. h. nicht spaltenden Bastardmerkmalen entsprechen.

Im ersten Falle bildet nach der Bastardbefruchtung die aktive Anlage der Sippe I mit der latenten der Sippe II ein Anlagenpaar, das bei der Keimzellbildung des Bastardes folglich auch wieder

1) H. DE VRIES, Die Mutationstheorie, Bd. II, Lief. 2 (1903).

2) Id. Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze. Diese Berichte, Bd. XXI, S. 45 u. f. (1903).

3) Id. La loi de MENDEL et les caractères constants des hybrides. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, 2. Février 1903.

gespalten werden kann. Im zweiten Fall findet bei der Bastardbefruchtung die neue, von der Sippe I stammende Anlage keine korrespondierende Anlage von der Sippe II vor, sie bleibt also ungepaart, und es kann, da es gar kein Anlagenpaar giebt, bei der Keimzellbildung auch keines gespalten werden, es kann höchstens die eine Anlage „vegetativ geteilt" werden. — Im ersten Fall bezeichnet DE VRIES die Bastardierung („Kreuzung") als „bisexuell", im zweiten als „unisexuell"[1]).

Anders, d. h. mit Zuhilfenahme der neuen Terminologie für die Ergebnisse der verschiedenen Mutationsweisen, formuliert DE VRIES[2]) sein Resultat dahin: „Die MENDEL'schen Gesetze gelten für Varietätmerkmale, während Artmerkmale bei Kreuzungen konstante Bastardeigenschaften liefern".

Mit diesem Satze könnte ich zufrieden sein, denn ich habe vor $2^1/_2$ Jahren, als DE VRIES erklärt hatte, seiner Meinung nach sei die Unterscheidung von Varietäten- und Artbastarden aufzugeben und durch das Prinzip der Kreuzung der Artmerkmale zu ersetzen, dies vorausgesagt: „die Aufdeckung der MENDEL'schen Regeln wird also kaum dazu beitragen, dass von jetzt ab Speciesbastarde und Rassenbastarde in einen Topf geworfen werden und man statt dessen nur von Mono-, Di- etc. Polyhybriden sprechen wird; sie wird im Gegenteil wohl der Anfang für eine schärfere Trennung der beiden sein"[3]). Dabei hatte ich „Rasse" im Sinne NÄGELI's gebraucht, sie entspricht dem, was DE VRIES nun Varietät nennt, während die Varietät NÄGELI's der Elementarart DE VRIES' entspricht. „Bei der Rassenbildung ..... werden also nicht wirklich neue Anlagen erzeugt, sondern bereits vorhandene in anderer Weise kombiniert, und bisher latent gebliebene wieder lebendig gemacht." „Bei der Varietätenbildung dagegen entstehen neue Anlagen" etc.[4])

Die Verwendung des Wortes Rasse bei NÄGELI für das, was

---

1) MACFARLANE, von dem diese termini technici herstammen, hat sie in wesentlich anderem Sinne gebraucht. Seine „unisexual heredity" kann bisexuell und unisexuell im Sinne DE VRIES' sein. Vgl. A Comparison of the Minute Structure of Plant Hybrids etc. Transact. of the Royal Society of Edinbourgh, Vol. XXXVII P. I. S. 273 (1892).

2) H. DE VRIES, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Diese Berichte, Bd. XVIII, S. 84 (1900).

3) Über Levkojenbastarde. Botan. Centralbl., Bd. LXXXIV, S. 113 (1900).

4) C. v. NÄGELI, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, S. 247 (1884). Es wird über kurz oder lang nötig sein, dass jemand eingehend die ausserordentlich engen Beziehungen zwischen den Ansichten DE VRIES' und NÄGELI's, den jener ganz bei Seite lässt, hervorhebt. Man vergleiche inzwischen die Bemerkungen von Graf SOLMS in einem Referat in der Botan. Ztg., Bd. 60, II. Abt. Nr. 1, Sp. 11, und mein Referat über den I. Bd. der Mutationstheorie DE VRIES' in derselben Nummer der Botan. Zeitung.

de Vries nun Varietät nennt, entspricht mehr der richtigen, alten Bedeutung. de Vries selbst konnte sich dem nicht ganz entziehen; er hat im I. Band der Mutationstheorie das, was er Halbvarietäten und Mittelvarietäten hätte nennen müssen, Halbrassen und Mittelrassen genannt[1]).

Ich bin aber bald, nachdem ich den oben zitierten Satz niedergeschrieben hatte, zur Überzeugung gelangt, dass auch die Mendelschen Regeln keine scharfe Trennung von Rasse und Varietät, resp. Varietät und Elementarart, ermöglichen. Ich hatte nämlich beim Mais deutliche Beispiele dafür gefunden, dass Bastarde zwischen Sippen, die Varietätscharakter im Sinne de Vries' haben, also spalten sollen, nicht spalten, sondern eine konstante Nachkommenschaft geben. Es gehören hierher die Merkmalskategorien: Grösse der ganzen Pflanze und Grösse und Form der Körner[2]). Besonders instruktiv ist das Verhalten der ersten der genannten Kategorien, weil die einschlägigen Merkmale in anderen Verwandtschaftskreisen typisch spalten, z. B. bei den Erbsen, wie Mendel fand, wie aus den Beobachtungen Tschermak's hervorgeht, und ich aus eigenen Versuchen aus der zweiten Hälfte der neunziger Jahre weiss.

Hier bleibt nur die Annahme übrig, es handle sich beim Mais bei diesen Kategorien nicht wie sonst um retrogressiv oder degressiv entstandene Merkmale, „Varietätenmerkmale", sondern um progressiv entstandene „Artenmerkmale". Der einzige Grund dafür wäre aber der, dass die Merkmale sich nicht der a priori aufgestellten Regel fügen, nicht spalten wollen.

Umgekehrt tragen Merkmale, wie die Extrazehe oder der „pea"- und „rose"-Kamm gewisser Hühnerrassen, die Bateson untersucht hat[3]), durchaus den Charakter von Merkmalen, die auf Anlagen beruhen, welche durch eine progressive Mutation entstanden sind, wie auch Bateson hervorhebt. Trotzdem spalten die Bastarde

1) H. de Vries, Die Mutationstheorie, Bd. I, S. 424 (1901).

2) Über Bastarde zwischen Rassen von *Zea Mays* etc., diese Berichte, Bd. XIX, S. 212, und: Bastarde zwischen Maisrassen, Biblioth. Botan., Heft 53, S. 148 und an verschiedenen anderen Orten. Zu den relativ spärlichen Daten meiner Mais-Monographie ist in den letzten Jahren ein umfangreiches Material gekommen; ich werde die Messungen und Wägungen aber erst veröffentlichen, wenn ich noch eine Generation gezogen habe.

3) Bateson and Saunders, I. Report to the Evolution Committee of the Royal Society (1902).

Meine Bastarde zwischen *Campanula medium* f. *typica* und *C. medium* f. *calycanthema* bilden wahrscheinlich einen Parallelfall auf botanischem Gebiet, der durch die völlige Sterilität des Gynaeceums, die mit der Ausbildung der „Catacorolla" verbunden ist, besonders kompliziert ist. Das Androeceum ist völlig intakt. Die Versuche werden fortgesetzt, ich komme auf sie über kurz oder lang zurück.

zwischen diesen Sippen und den Sippen mit gewöhnlichem Fuss und gewöhnlichem Kamm ganz normal.

Diese Merkmale, die man als durch progressive Mutationen entstanden auffassen muss, zu retrogressiv oder degressiv entstandenen zu machen, nur weil sie eben „spalten", geht meines Erachtens ebensowenig an, wie die umgekehrte, oben besprochene Umwertung.

Wir müssen also sagen, dass schon jetzt Varietät-(Merkmal-) Bastarde, nach DE VRIES' Terminologie, bekannt sind, die konstante Bastardmerkmale (retrogressiver Herkunft) bilden, und Art-(Merkmal-)Bastarde, die spaltende Bastardmerkmale (progressiver Herkunft) besitzen. Die Möglichkeit wirklicher Ausnahmen hat DE VRIES übrigens zugegeben.

II.

Ob ein Merkmal des Bastardes spaltet oder in seiner Nachkommenschaft konstant bleibt, soll nach DE VRIES davon abhängen, ob bei der Bastardbefruchtung beide Eltern dieselbe Anlage, aber in verschiedenem Zustande der Aktivität, beigesteuert haben, oder ob nur ein Elter eine Anlage geliefert hat, das andere Elter keine korrespondierende.

Meiner Meinung nach findet für gewöhnlich weder bei den spaltenden Bastarden die Anlage aus der Keimzelle der Stammsippe in der antagonistischen Anlage aus der Keimzelle der retrogressiven Mutante sich selbst wieder, nur in inaktivem Zustand, noch findet bei den konstant bleibenden Bastarden die Anlage aus der Keimzelle der Mutante keine antagonistische Anlage aus der Keimzelle. der Stammsippe.

A.

Fassen wir zunächst den zweiten Punkt ins Auge, die unisexuelle Bastardierung.

Meiner Meinung nach kommt dieser letzte Fall, wenn überhaupt, nur selten vor, und es findet für gewöhnlich jede Anlage des einen Elters, auch die Anlagen der durch progressive Mutationen entstandenen Artmerkmale, eine antagonistische Anlage vom anderen Elter vor[1]).

Es ist eine Tatsache, die auch DE VRIES ausdrücklich hervorhebt, dass bei der „unisexuellen" Bastardierung die Merkmale beim Bastard gewöhnlich intermediär, „auf die Hälfte reduziert", sind. Wenn die Anlage für das durch progressive Mutation entstandene Artmerkmal wirklich im Bastard ungepaart bliebe, warum entfaltete sie es nicht rein? Sie muss also etwas Antagonistisches, von der

1) Wenn die korrespondierende Anlage wirklich fehlt, dann sind wohl immer die zwei Sippen so entfernt verwandt, dass sie gar nicht bastardiert werden können.

anderen, „phylogenetisch älteren“ Sippe Stammendes vorgefunden haben, was sich ihr gegenüber während der vegetativen Entwickelung des Bastardes geltend macht, und dieses Etwas ist die der neuen Anlage antagonistische, alte Anlage.

Nun könnte man ja annehmen, dass zur vollen Hervorbringung des Merkmales die vom einen Elter mit seiner Keimzelle beigesteuerte eine Anlage nicht genügte, sondern dass dazu die vom anderen Elter mit seiner Keimzelle abgegebene Anlage mitwirken müsse. Wir kennen aber genug Fälle, wo nach DE VRIES' Auffassung nur eine Anlage allein sich entfalten kann und doch so vollkommen ihr Merkmal ausbildet, dass der Bastard von jener Elternsippe, von der die Anlage stammt, nicht zu unterscheiden ist. Das gilt für alle jene Fälle, in denen man von einem vollständigen „Dominieren“ des einen Merkmales über das andere spricht. Dass hier die andere Anlage nicht ganz fehlen, sondern nur vollkommen inaktiv sein soll, kann doch nichts ausmachen — wenn sie wirklich inaktiv ist, so muss das für die vegetative Entwickelung des Bastardes so gut sein, wie wenn sie fehlen würde.

Das Auftreten des Bastardmerkmales in reduzierter Form weist also auf das Vorhandensein einer antagonistischen Anlage auch bei Bastardierungen hin, bei denen das eine Elter durch progressive Mutation aus dem anderen Elter hervorgegangen ist. Diesem Argument schliesst sich ein zweites an, das schon hervorgehobene Vorkommen spaltender Merkmale dieser Entstehungsweise (S. 204): Kann man sich auf dem Boden DE VRIES'scher Anschauungen auch vielleicht vorstellen, dass Bastardmerkmale von Varietätcharakter, resp. die ihnen zu Grunde liegenden Anlagenpaare, nicht spalten, so ist doch umgekehrt das Spalten eines gar nicht vorhandenen Paares wohl unmöglich. Ein solcher Fall genügt vollständig, um die ganze Anschauung ins Wanken zu bringen.

Wir können also die unisexuelle Bastardierung mit ihren ungepaarten Anlagen und folglich auch die hübsche Erklärung, die sie für das Nichtspalten bietet, nicht annehmen und brauchen die Frage, wie sie mit den cytologischen Daten vereinigt werden könnte, nicht zu diskutieren.

Die Grunddifferenz zwischen DE VRIES' und meiner Anschauung dürfte darin liegen, wie wir uns das Zustandekommen einer neuen Anlage vorstellen. Ich kann mir die Zahl der Anlagen nicht so wachsend denken, wie der Betrag einer Kindersparkasse wächst, in die von Zeit zu Zeit ein Geldstück geworfen wird[1]): jede neue, schliesslich

1) Das tertium comparationis ist nicht sowohl das sprungweise Anwachsen als die Unabhängigkeit jedes neuen Zuwachses von dem vorhergehenden. Meiner Anschauung würde etwa das Anwachsen eines zinstragend angelegten Kapitals entsprechen, bei dem der Zins stets zum Kapital geschlagen wird.

als progressive Mutante zum Vorschein kommende Anlage entsteht meiner Meinung nach durch (teilweise) Umänderung einer schon vorhandenen Anlage. Wenn wir dann die neue Mutante mit der Stammsippe bastardieren, so bildet die neue Anlage und die alte Anlage, aus der jene hervorging, und die in der Stammsippe noch vorhanden ist, ein Anlagenpaar, und dasselbe ist der Fall, wenn aus einer Stammsippe zwei Mutanten entstanden sind, und diese untereinander bastardiert werden. Hier bilden die beiden aus der gemeinsamen alten Anlage entstandenen neuen Anlagen das Anlagenpaar.

B.

Auch die Annahme DE VRIES', dass die retrogressive (und degressive)[1]) Mutation, die Varietätenbildung DE VRIES', auf dem Latent- (resp. Aktiv-)werden einer Anlage beruhe, scheint mir, wie schon bemerkt wurde, nicht in vollem Umfange aufrecht erhaltbar zu sein.

Wenn z. B. eine rot- oder blaublühende Sippe eine weissblühende Mutante hervorbringt, so soll das darauf beruhen, dass die Anlage für rot oder blau „latent", „inaktiv" wird, d. h. ihr Merkmal nicht mehr zur Entfaltung bringen kann (nicht darauf, dass sie ein **anderes** Merkmal entfalten will!). Bastardieren wir nun die neue Sippe mit ihrer latenten Anlage mit der Stammsippe, bei der die Anlage noch aktiv ist, so kommt dieselbe Anlage zweimal, aber in verschiedenem Zustande zusammen. Im einen ist sie im stande, das Merkmal (Rot oder Blau) zu entfalten, im anderen nicht. Etwas anderes kann sie nicht hervorbringen; wenn sie sich etwas geltend machen kann, kann sie nur gleichsinnig wirken, d. h. sie kann die Wirkung der aktiven Anlage der Stammsippe nur verstärken.

Nun wissen wir aber, dass der Bastard in solchen Fällen sehr oft nicht das Merkmal der Stammsippe, von der die aktive Anlage herrührt, rein zeigt, sondern gegen das Merkmal der retrogressiven Mutante hin abweicht. Das ist ursprünglich von DE VRIES in Abrede gestellt worden[2]), wird aber jetzt von ihm zugegeben; er spricht nun selbst von einer „Schwächung" der antagonistischen Anlage durch die latente[3]). Wie gross die Abweichung des Bastardmerkmales von dem Merkmal der Stammsippe sein kann, dass sie zu genauer Mittelstellung und selbst zu Annäherung an das Merkmal der retogressiven Mutante

1) Im Folgenden ist der Kürze halber nur von der retrogressiven Mutation die Rede.

2) Diese Berichte, Bd. XIX, S. 84 (1900). „Von den beiden antagonistischen Eigenschaften trägt der Bastard stets nur die eine, und zwar in voller Ausbildung."

3) H. DE VRIES, Die Mutationstheorie. Bd. II, S. 146 (1902).

führen kann, habe ich vor kurzem nachgewiesen[1]). All das beweist einen Antagonismus der „aktiven" und der „latenten", „inaktiven Anlage", d. h. die „latente", „inaktive" ist gar nicht „latent", „inaktiv", sondern aktiv, unter Umständen aktiver, als die „aktiv" genannte Anlage. Wenn sie aber aktiv ist und ihre Aktivität als Antagonismus zeigt, so kann sie nicht mehr identisch sein mit der Anlage der Stammsippe, sie ist etwas anderes[2]).

Meiner Meinung nach kann es also auch gar keinem Zweifel unterliegen, dass bei der retrogressiven Mutation eine Umbildung einer Anlage stattfindet, so gut wie, nach dem oben bemerkten, bei der progressiven Mutation; nicht eine einfache Aktivitätsabnahme. — Daneben gibt es natürlich noch wirkliches Latentwerden von Anlagen, bei der die Anlagen unverändert bleiben, aber wirklich inaktiv werden.

Damit ist freilich ein prinzipieller Unterschied zwischen progressiver und retrogressiver Mutation verwischt. Ein weiteres Eingehen müsste zu einer Diskussion der Grundvorstellungen DE VRIES' führen, auf die ich hier verzichte. Es genügt mir, motiviert zu haben, warum ich in der vorangehenden Mitteilung die Vorstellungen einer „bisexuellen" und „unisexuellen" Bastardierung nicht verwertet habe, und warum ich fortfahren werde, von Merkmalspaaren und Anlagenpaaren zu sprechen, auch wenn es sich um die Bastardierung von Arten, resp. Artmerkmalen im Sinne DE VRIES' handelt.

Finde ich mich in diesen Punkten im Gegensatz zu DE VRIES, so kann ich seiner Ansicht, dass die MENDEL'schen Bastardierungen sich sehr eng an die Vorgänge der normalen Befruchtung anschliessen und uns nur besser vor die Augen treten, weil die Unterschiede hier leicht und bequem zu beobachten sind[3]), nur zustimmen, habe ich dasselbe doch vor zwei Jahren mit aller Bestimmtheit und seitdem wiederholt ausgesprochen, z. B. 1901[4]) „die Spaltung des Idioplasmas bei der Bildung der Keimzellen ist, meiner Meinung nach, ein nor-

1) Über die dominierenden Merkmale der Bastarde. Diese Berichte, Bd. XXI, S. 133 u. f. (1903).

2) Wollte man diese Fälle nach dem oben (S. 206) gegebenen „Halbierungschema", nach dem jede Anlage für sich allein nur das Merkmal auf die Hälfte reduziert hervorbringen kann, erklären, so müsste man annehmen, das Merkmal A dominiere über das Merkmal a, wenn die Anlage für a, die sich nur durch ihre Inaktivität unterscheiden soll, gerade so aktiv ist, wie die Anlage für A, und das Merkmal des Bastardes sei intermediär, d. h. A und a seien gleich beteiligt, wenn die Anlage für a völlig inaktiv sei!

3) Diese Berichte, dieser Band, S. 50.

4) Über Bastarde zwischen Rassen von *Zea Mays* etc. Diese Berichte, Bd. XIX, S. 216 (1901).

maler Vorgang, der auch bei den Individuen einer rein gezüchteten Rasse, nicht nur bei Bastarden, eintritt, man sieht hier nur die Folgen nicht". Und 1902[1]): „Je näher sich zwei Sippen stehen, die einen Bastard bilden, je ähnlicher also die Bastardbefruchtung der Kreuz- und Selbstbefruchtung wird, desto wahrscheinlicher ist es, dass der Bastard bei der Keimzellbildung „spaltet". Daraus schliesse ich, dass die Spaltung der Anlagen kein Charakteristikum der Bastarde ist, sondern auch bei der Keimzellbildung der durch Kreuzung oder Selbstbefruchtung erzeugten Individuen vorkommt, nur dass ihre Folgen nicht kenntlich werden, weil hier das Merkmal A vom Merkmal a nicht unterschieden werden kann". DE VRIES hat das übersehen, wie BATESON und SAUNDERS[2]) und CANNON[3]), die neuerdings dieselbe Ansicht ausgesprochen haben.

Wir glauben in der vorliegenden Mitteilung folgendes festgestellt zu haben:

1. Der Satz DE VRIES': „Die MENDEL'schen Gesetze gelten für Varietätmerkmale, während Artmerkmale bei Kreuzungen konstante Bastardeigenschaften liefern", kann nicht allgemein gelten; es gibt vielmehr (nach DE VRIES' Terminologie) Varietät-(Merkmal-)Bastarde, die eine konstante Nachkommenschaft liefern (Maisrassen), und Art-(Merkmal-)Bastarde, die „spalten" (Hühnerrassen).

2. Die Vorstellung einer „unisexuellen", Art-(Merkmal-)Bastarde liefernden Kreuzung, bei der das eine Elter, die progressive Mutante, eine Anlage abgibt, die keinen antagonistischen Paarling im Bastard findet, erscheint wenig annehmbar, weil, abgesehen von der Möglichkeit des Spaltens solcher Bastardmerkmale, bei der vegetativen Entwickelung des Bastardes das Merkmal der progressiven Mutante modifiziert erscheint. Es findet vielmehr auch bei der Bastardierung von Sippen, von denen die eine als progressive Mutante aus der andern entstanden ist, die neue Anlage eine antagonistische Anlage: die, aus der sie durch (teilweise) Umänderung hervorgegangen ist. — Wenn die „Spaltung" in den meisten Fällen ausbleibt, so muss das auf anderen Gründen beruhen, als dass nichts zu Spaltendes vorhanden ist.

1) Über den Modus und den Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen bei den Bastarden vom Erbsen-Typus. Botan. Zeitung, 60. Jahrg. II. Abt., Sp. 67 (1902).

2) BATESON and SAUNDERS, I. Report, S. 156.

3) CANNON, A Cytological Basis for the Mendelian Laws. Bull. Torrey Botan. Club 29. 16. D. 1902.

3. Die Annahme, bei der retrogressiven Mutation werde bloss eine im übrigen unverändert bleibende Anlage inaktiv, latent, entspricht nur zum Teil den Tatsachen, die sich bei der Bastardierung von Sippen mit Merkmalen von derartiger Entstehung feststellen lassen. Auch bei der retrogressiven Mutation muss eine Umänderung einer vorhandenen Anlage, nicht eine blosse Inaktivierung derselben, vor sich gehen können. — Daneben gibt es ein wirkliches Latentwerden einer Anlage.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

Sitzung vom 24. April 1903.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliches Mitglied ist vorgeschlagen Herr:

Fujii, Dr. **K.,** z. Z. **Bonn a. Rh.,** Botanisches Institut der kgl. Universität (durch M. KÖRNICKE und L. KNY).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Paul, Dr. **Hermann,** in **Bernau** bei München,
Thaxter, Dr. **Roland,** Professor in **Cambridge,** Mass.

Mitteilungen.

28. K. Fujii: Über die Bestäubungstropfen der Gymnospermen.

(Vorläufige Mitteilung).

Eingegangen am 15. April 1903.

Die erste Beobachtung der Ausscheidung des Tropfens für die Bestäubung aus dem Ovulum der blühenden Eibe ist von VAUCHER[1]) gemacht worden. Die genauere, gründlichere Untersuchung jedoch verdanken wir STRASBURGER[2]) und DELPINO[3]) mit ihren diesbezüglichen Veröffentlichungen, die beide gleichzeitig hervortraten. Seitdem haben unsere Kenntnisse über die Bestäubungstropfen, soweit mir be-

1) VAUCHER, Histoire physiologique des Plantes d'Europe. Tome IV, p. 184, Paris 1841.

2) STRASBURGER, Die Bestäubung der Gymnospermen. Jen. Zeitschr. Bd. VI, S. 250, 1870. — Die Koniferen und die Gnetaceen. S. 265ff., Leipzig 1872.

3) DELPINO, Ulteriori osservazioni e considerazioni sulla dichogamia nel regno vegetale. Parte seconda, Fasc. 1, 1870.

kannt ist, keine Erweiterung erfahren, bis vor kurzem SCHUMANN[1]) in seinem Werke über die Morphologie der Koniferenblüte ausführliche Erörterungen darüber mitteilte. Er erwähnt betreffs der chemischen Beschaffenheit des Tropfens, die unter Mitwirkung von M. VOGTHERR untersucht wurde, dass er keinen Zuckergeschmack feststellen konnte, und dass die Probe mit FEHLING'scher Lösung ein vollkommen negatives Resultat ergab; letzteres geschah sogar nach der Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure, die vorgenommen wurde, um die Invertierung herbeizuführen. SCHUMANN nimmt somit die Anwesenheit jedes reduzierenden Zuckers sowie Rohrzuckers als vollkommen ausgeschlossen an. Infolge der Violettfärbung der Flüssigkeit durch Naphthol(α-Naphthol?)-Schwefelsäure hat er das Vorhandensein eines Kohlenhydrats und infolge der Rötung des neutralen Lackmuspapieres das Vorhandensein einer freien Säure, wahrscheinlich Äpfelsäure, vermutet. Dagegen leitet er vom negativen Ergebnis der Bleiessig- und Bleizuckerreaktion die Abwesenheit der Ameisensäure ab und betrachtet das Kohlenhydrat, das durch Naphthol-Schwefelsäure Violettfärbung gibt, als einen indifferenten Pflanzenschleim[2]). Er erwähnt weiter: „Ich schicke zunächst die Wahrnehmung voraus, dass jede Blüte nur ein Pollinationströpfchen hervorbringt. Wird dasselbe abgenommen, so tritt niemals eine Erneuerung desselben ein[3]).“ „Die Annahme, dass der Nucellus im Ovulum der Eibe eine Flüssigkeit absondert, welche zum Mikropylenkanal heraustritt und einen Pollinationstropfen erzeugt, ist unrichtig. Der letztere wird von dem Mikropylenrande abgesondert[4]).“

Da ich vermutete, dass dem Bestäubungstropfen der Gymnospermen irgend eine wichtige Bedeutung für die Biologie des Pollens zukomme, habe ich mich im Laufe des Jahres 1900 und im Frühling 1901 in Japan mit der Untersuchung der Bestäubungstropfen einiger Gymnospermen beschäftigt, zeitweilig unter Mitwirkung von Dr. K. INAMI. Meine Untersuchungen wurden in Bonn erneuert und erweitert. Da nun meine bisherigen Ergebnisse bedeutend von denen SCHUMANN's abweichen, wird es nicht unzweckmässig sein, einen kurzen Bericht darüber zu geben. In dieser vorläufigen Mitteilung werde ich meine Besprechung ausschliesslich auf *Taxus baccata* beschränken, da die Pflanze für die Wahrnehmung der Bestäubungstropfen ein klassisches Objekt ist, und die oben erwähnte SCHUMANN'sche Beobachtung auch dieselbe Pflanze betrifft. Zum Aufsaugen der Flüssigkeit von der Ovulumspitze und bei der Unter-

1) SCHUMANN, Über die weiblichen Blüten der Coniferen. Abhandl. des Bot. Vereins der Prov. Brandenb. XLIV, Sonderabdruck, S. 23—42, 1902.

2) SCHUMANN, l. c. S. 28.

3) SCHUMANN, l. c. S. 32.

4) SCHUMANN, l. c. S. 38.

suchung ihrer chemischen Beschaffenheit habe ich auf Grund verschiedener Erfahrungen fast immer Glaskapillaren angewandt.

Meine eigenen Ergebnisse sind die folgenden:

1. Die Flüssigkeit reduziert deutlich FEHLING'sche Lösung; die Proben nach der BÖTTCHER'schen und NYLANDER'schen, sowie BARFOED'schen Methode zum Nachweis der Glukose ergaben stets positive Resultate, obgleich diese vier Reaktionen für den Nachweis der Anwesenheit der Glukose noch nicht ganz ausreichen.

2. Wenn die Flüssigkeit mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt wird, tritt in den meisten Fällen allmählich braune Färbung ein. Es kann möglich sein, dass diese Färbung der Anwesenheit des Rohrzuckers zuzuschreiben ist.

3. Die Flüssigkeit rötet blaues Lackmuspapier, jedoch nicht immer in derselben Stärke. Daher können wir das Vorhandensein einer Säure annehmen.

4. Es tritt durch Bleiessig oder Bleizucker weisse Trübung ein.

5. Die Flüssigkeit reduziert sehr stark Silbernitratlösung, sogar in schwach saurem Zustande und in der Kälte.

6. Die Flüssigkeit reduziert Sublimatlösung unter Calomelbildung, selbst in der Kälte.

7. Wenn die Flüssigkeit mit gelbem Quecksilberoxyd erwärmt wird, tritt ein zwischen grau und schwarz schwankender Niederschlag ein; also reduziert sie ein gelbes Quecksilberoxyd.

Auf Grund der letzten drei Reaktionen (5, 6, 7) kann man die Anwesenheit der Ameisensäure vermuten. Gewöhnlich aber reduziert die Ameisensäure Silbernitratlösung in saurem Zustande und in der Kälte nur langsam; ebenso wenig reduziert sie Sublimatlösung in der Kälte. Um einen sicheren Beweis zu bekommen, habe ich die Bildung des charakteristischen Kristalls des Ceriumformiats mit Ceriumnitrat versucht; beim Zusatz des Ceriumnitrats findet die Bildung von kleinen, körnigen, stark lichtbrechenden Körperchen statt, die ein eigentümliches, an Phosphorescenz erinnerndes, optisches Aussehen zeigen. Diese körnigen Körper können die kleinen, unvollkommen gebildeten Kristalle des Ceriumformiats sein, wie aus dem optischen Aussehen vermutet werden kann. Leider vermochte ich keine bestimmte Kristallform zu konstatieren. Also ist die Anwesenheit der Ameisensäure noch nicht festgestellt, obgleich sie wohl möglich ist. Die Trübung der Bleisalze kann natürlich auch durch die Anwesenheit anderer Substanzen, z. B. anderer organischer Säuren, Pflanzengummi etc. verursacht werden.

8. Beim Zusatz von verdünnter Schwefelsäure zu der Flüssigkeit bemerkt man unter dem Mikroskope die Bildung der charakteristischen

Kristalle des Calciumsulfats; ebenfalls nimmt man beim Zusatz von Oxalsäure die Bildung der Kristalle von Calciumoxalat wahr. Diese Reaktionen beweisen die Anwesenheit des Calciums; jedoch konnte ich noch nicht feststellen, in welcher Form dieses vorkommt, ob als Pflanzengummi, als Calciumformiat oder in einer anderen Verbindung.

9. Beim Kochen der Flüssigkeit mit Salpetersäure tritt keine Trübung ein. Jodjodkaliumlösung, Essigsäure und Ferrocyankalium, sowie MILLON'sches Reagens ergaben negative Resultate in bezug auf das Vorhandensein von Eiweissstoffen. Bloss einmal bemerkte ich beim Zusatz von Essigsäure und Ferrocyankalium eine Trübung.

10. Die Flüssigkeit zeigt scheinbar mit Eisenchlorid keine Farbenreaktion, jedoch reduziert sie Eisenchlorid zu Eisenchlorür, wie das die eintretende blaue Färbung durch Zusatz von Ferricyankalium zeigt.

11. Durch Ammoniak findet weder bemerkbarer Niederschlag, noch irgend welche Färbung statt.

12. Beim Zusatz von Phosphormolybdänsäure tritt sofort eine schöne blaue Färbung ein, jedoch ohne Trübung. Die Flüssigkeit reduziert also Phosphormolybdänsäure sehr leicht: Eine sehr bemerkenswerte Reaktion, die auf die Anwesenheit einer Substanz mit energisch reduzierender Eigenschaft hinweist und die keiner der bekannten Zuckerarten, sowie der gewöhnlichen, allgemein vorkommenden organischen Säuren zuzuschreiben ist! Die fragliche, energisch reduzierende Substanz scheint mir unlöslich in Alkohol und Äther zu sein.

Die Löslichkeitsverhältnisse der Substanz und das Verhalten der Flüssigkeit gegen Eisenchlorid, Ammoniak, MILLON'sches Reagens etc. weisen darauf hin, dass wir es weder mit Homogentisinsäure, noch mit aktivem Eiweiss von LOEW zu tun haben. Die Reduktion von Sublimat in der Kälte, von Silber ohne Zusatz von Alkalien in der Kälte, von Eisenchlorid zu Eisenchlorür ist höchst wahrscheinlich dieser die Phosphormolybdänsäure in saurem Zustande und in der Kälte reduzierenden Substanz zuzuschreiben. Es ist auch möglich, dass diese Substanz die FEHLING'sche Lösung reduziert; ob sie aber die übrigen drei oben erwähnten, reduzierenden Reaktionen der Glukose auch verursachen kann, lässt sich noch nicht sagen. Da ich die fragliche Substanz noch nicht zu isolieren vermochte, kann ich noch nicht entscheiden, ob diese Substanz mit „Blätteraldehyden“ von REINKE in irgend welcher Beziehung steht. Meine Substanz scheint nicht so sehr flüchtig zu sein wie die meisten „Blätteraldehyde“ von REINKE, jedoch ist mit ziemlicher Bestimmtheit aus den oben erwähnten Reaktionen die Aldehydnatur der Substanz zu vermuten.

13. Eine bemerkenswerte Eigenschaft der Tropfenflüssigkeit ist die, dass ihr Zusatz bei der Guajakharzreaktion der Oxydase die blaue Färbung vernichtet. Diese Tatsache deutet ebenfalls auf eine stark reduzierende Eigenschaft hin. Was die HUNGER'sche Erwähnung[1]) über die Verhinderung der Guajakharzreaktion der Oxydase, die seiner Ansicht nach durch Glukose verursacht wurde, anbetrifft, so wird nach meiner Meinung die Verhinderung hauptsächlich durch die fragliche Substanz verursacht, da dieselbe reduzierende Substanz in der Kokosmilch auch vorhanden ist, und nicht nur Traubenzucker, sondern auch die meisten Zuckerarten, die zu der Glukosegruppe gehören, in reinem Zustande in der gewöhnlichen Konzentration keine bedeutende Einwirkung auf die Guajakharzreaktion der Oxydase haben[2]). In einer kurzen Bemerkung sagt HUNGER: „Ganz gleich dem reduzierenden Aldehyde, welches in normaler Kokosmilch vorkommt, verhält sich die Glykose[3]).“ Leider bringt er kein Wort weiter über dieses Aldehyd. Daher kann ich nicht beurteilen, ob mein reduzierender Körper irgend etwas mit seinem Aldehyd zu tun hat.

In verschiedenen Fällen, wo die Guajakharzreaktion der Oxydase unterbleibt, kann bei näherer Untersuchung diese Substanz gefunden werden.

Bei dieser Gelegenheit erwähne ich noch, dass ausser den von JACOBSON[4]) und HUNGER[5]) angeführten Substanzen noch eine Reihe anderer zu nennen ist, welche die Guajakharzreaktion der Oxydase mehr oder weniger verhindern, z. B. verschiedene Metalle, Hydrochinon, Brenzkatechin, Oxyhydrochinon, Phloroglucin. Ob die Anwesenheit dieser fraglichen reduzierenden Substanz die fermentative Tätigkeit der Oxydase verhindert, beabsichtige ich noch zu untersuchen.

14. Ausserdem habe ich noch zu bemerken, dass der Zusatz der Tropfen die Jodreaktion der Stärke verhindert. Dies beruht ebenfalls auf der reduzierenden Eigenschaft der Substanz in dem Tropfen. SHIBATA[6]) hat kürzlich darauf aufmerksam gemacht, dass die Jod-

1) F. W. HUNGER, (a) Die Oxydase und Peroxydase in der Kokosmilch. Extr. du Bull. de l'Inst. Bot. de Buitenzorg, Nr. 8, 1901. — (b) Über die reduzierenden Körper der Oxydase- und Peroxydasereaktion. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Jahrg. 1901, S. 374—377.

2) Eine Untersuchung darüber, ob reine d-Mannose (Seminose) eine bedeutsame Einwirkung auf die Guajakharzreaktion der Oxydase hat, wäre jedoch sehr zu wünschen.

3) HUNGER, (a) l. c. S. 38.

4) JACOBSON, Untersuchungen über lösliche Fermente. Zeitschr. für physiol. Chemie XVI, S. 340 ff., 1892.

5) HUNGER, (a) l. c. S. 39; (b) l. c.

6) K. SHIBATA, in Sitzungsberichte der Tokyo Bot. Soc. Bot. Mag. (Tokyo) XVII, S. 12.

reaktion der Stärke durch Gallusgerbsäure, durch deren nächste Verwandte sowie durch Eiweiss und Amidoverbindungen verhindert wird. Die Jodreaktion der Stärke wird bekanntermassen durch verschiedene Substanzen, die auf die Jodwasserstoffsäure oder das Jodkalium zersetzend einwirken, oder stark reduzierende Eigenschaften haben, beeinflusst. Ausser den bereits wohlbekannten möchte ich bei dieser Gelegenheit bemerken, dass die Jodreaktion der Stärke mehr oder weniger durch verschiedene Metalle, Methylalkohol, Glukosen (Seminose, Traubenzucker, Fruchtzucker, Galaktose), Phenole (Pyrogallussäure, Hydrochinon, Brenzkatechin, Resorcin, Oxyhydrochinon, Phloroglucin etc.), einige natürliche Farbstoffe (Hämatoxylin, Brasilin) u. a. verhindert wird[1]).

Aus verschiedenen Untersuchungen schliesse ich, dass die fragliche Substanz im organischen Reiche ziemlich verbreitet ist, wie die Reaktionen von Phosphormolybdänsäure, Eisenchlorid, Ammoniak, Silbernitrat, Sublimat, sowie die Löslichkeitsverhältnisse zeigen. Die Bedeutung dieser Substanz in der Physiologie der Pflanzenkörper kann nicht gering sein. Betreffs dieser Punkte bin ich noch nicht imstande, Genaueres zu sagen, da die eigentliche chemische Natur der stark reduzierenden Substanz noch nicht bekannt ist.

Natürlich darf man nicht gleich annehmen, dass die oben erwähnten Reaktionen der Substanz überall da, wo sie sich finden, durch ein und dieselbe Substanz hervorgerufen werden. Es können verschiedene Modifikationen dieser Substanz vorhanden sein.

Ich kann kurz sagen, dass vielleicht Glukose, sowie Calcium in irgend einer Verbindung, möglicherweise als Pflanzengummi oder Calciumformiat, und noch eine Phosphormolybdänsäure in der Kälte reduzierende Substanz in den Bestäubungstropfen der Eibe und ferner in den Bestäubungstropfen der Gymnospermen, die ich bis jetzt untersucht habe, vorhanden sind. Es ist höchst wahrscheinlich, dass der Tropfen viel eher eine Art Gummi als Pflanzenschleim enthält, und es ist nicht unmöglich, dass der Tropfen auch Äpfelsäure enthält, wie dies SCHUMANN vermutet.

Die SCHUMANN'sche Angabe, dass der Bestäubungstropfen nur einmal von der Mikropyle abgesondert wird, stimmt mit meiner Beobachtung nicht überein; die Tropfen sondern sich wiederholt von der Spitze des Ovulums ab, jedesmal wenn sie weggenommen werden. Ich habe einen Fall besonders nachgeprüft: Die Tropfen wurden im Zimmer während zwei Wochen wiederholt abgesondert. Im Freien

---

1) Näheres über den Einfluss der Anwesenheit dieser reduzierenden Substanz auf die verschiedenen bekannten chemischen Reaktionen werde ich an einer anderen Stelle erörtern.

habe ich auch ähnliche Fälle gefunden. Die Ansicht, dass die Flüssigkeit von dem Rande, event. in der Nähe des Randes der Mikropyle secerniert wird, ist wahrscheinlich nicht zutreffend, da die Anatomie des Mundteils des Ovulums uns zeigt, dass gerade die Randstelle mit Cuticula überdeckt ist.

Die eingehendere Erörterung dieses Punktes, sowie Näheres über die von mir benutzten Methoden und die individuellen Fälle bei den verschiedenen Pflanzen, die ich untersucht habe, behalte ich für meinen ausführlichen Bericht vor.

Ich vermute, dass die merkwürdige Abweichung der Ergebnisse meiner Untersuchungen von denjenigen SCHUMANN's, die auf sehr sorgfältiger Beobachtung beruhen, auf Verschiedenheit der angewandten Methoden und der Materialien zurückzuführen ist; die Materialien SCHUMANN's befanden sich vielleicht nicht in günstigstem Zustande.

---

29. C. Steinbrinck: Kohäsions- oder „hygroskopischer" Mechanismus?

Bemerkungen zu URSPRUNG's Abhandlung: „Der Öffnungsmechanismus der Pteridophytensporangien."

Eingegangen am 16. April 1903.

In den Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXVIII, Heft 4 dieses Jahrg., hat URSPRUNG über Untersuchungen berichtet, die er in bezug auf die Öffnungsvorgänge von *Filices*, *Equisetum*, *Lycopodium* und *Psilotum* angestellt hat. Das Resultat dieser Forschungen erscheint ziemlich verwickelt. Zunächst glaubt der Verfasser nämlich mehrfach für dieselben Sporangien zwei verschiedene in ihrer Wandung tätige Mechanismen unterscheiden zu müssen, einen, der das „Öffnen" derselben, und einen anderen, der das (mit dem Fortschleudern der Sporen zusammenhängende) „Springen" ihrer Zellen bewirkt.

Ferner sollen aber auch für den ersten dieser Vorgänge, das Öffnen der Sporangien, die Ursachen oft verschieden sein, und zwar soll die Spaltung dieser Behälter bald allein auf der Hygroskopicität ihrer Wandung beruhen, bald durch Kohäsionszug ihrer Zellen bewirkt sein, bald durch die vereinte Wirkung beider Kräfte zu stande kommen[1]).

1) Vergl. URSPRUNG, l. c., S. 666.

An sich spricht ja die Kompliziertheit eines Ergebnisses durchaus noch nicht gegen seine Richtigkeit. Andererseits aber ist nicht zu leugnen, dass ein einfacheres und übersichtlicheres Resultat in der erwähnten Frage für jeden Botaniker, der nicht Zeit hat, sich mit diesen Spezialitäten eingehender zu beschäftigen, willkommener gewesen wäre. In den nachfolgenden Zeilen möchte ich nun darlegen, dass (abgesehen von den *Lycopodium*-Sporangien, die ich nicht genauer kenne) jene unbequeme Komplikation in Wirklichkeit gar nicht besteht, sondern der Anschein derselben nur auf Unvollständigkeit des Tatsachenmaterials oder auf einer schiefen Auffassung und gezwungenen Auslegung von Beobachtungen beruht. Es soll der Nachweis erbracht werden, dass jene Aussäungsvorrichtungen in die Kategorie der Kohäsionsmechanismen ohne Einschränkung eingereiht werden, bezw. innerhalb derselben verbleiben müssen. Das sei zunächst für die Sporangien von *Equisetum* auseinandergesetzt.

I. Tatsächliches über den Öffnungsmechanismus der Sporenbehälter von Equisetum arvense.

Die Sporensäcke der Schachtelhalme sind diejenigen vorhererwähnten Organe, bei denen das Öffnen nach URSPRUNG „zugleich durch den hygroskopischen und den Kohäsionsmechanismus bedingt“ sein soll (l. c., S. 666), wohingegen ich mit Bezug auf sie seit 1898 den Standpunkt vertreten habe, dass lediglich ein Kohäsionsmechanismus vorliege. Es ist zunächst von Wichtigkeit hervorzuheben, dass URSPRUNG die wirklichen Vorgänge beim Öffnen dieser Behälter überhaupt nicht beobachtet hat; denn seiner Untersuchung zu grunde gelegen haben nur „reife Sporangien, die etwa einen Monat vorher im Freien gepflückt waren“ (S. 656).

Ausserdem beschränkt sich URSPRUNG auf Beobachtungen, die im wesentlichen nicht über diejenigen hinausgehen, die ich in einer vorläufigen Mitteilung über Kohäsionskontraktion im Bd. XVI, Jahrg. 1898 dieser Berichte (S. 101 und 102) bekannt gegeben habe. Offenbar hat er meinen späteren Veröffentlichungen zur Kohäsionstheorie für seinen Zweck keinen Wert beigelegt. Sonst würde er z. B. durch die Bemerkung in der Festschrift für SCHWENDENER, S. 170, gewarnt worden sein, dass oft „die Kohäsionswirkung an frischem Material weit reiner und präziser zum Vorschein kommt als an älteren“; er würde anderenfalls zur Kontrolle seines Urteils auch wohl noch andere Untersuchungsverfahren herangezogen haben, die in jenen Veröffentlichungen besprochen sind und von denen hier nachher die Rede sein soll.

Sehen wir zunächst zu, auf welchem Wege URSPRUNG zu seinem Urteil gelangt ist. Er hat in Übereinstimmung mit mir gefunden,

dass an älterem, aufgeweichtem Material, bei dem sich die Zelllumina mit Wasser wieder völlig gefüllt haben, beim Austrocknen in freier Luft nicht von allen Zellen die Lumina bis zum Schlusse der Kontraktion wassererfüllt bleiben, sondern dass in einer bald grösseren, bald geringeren Anzahl der Zellen der dunkle Blasenraum erheblich früher, bisweilen schon bald nach Beginn der Austrocknung auftritt

Diese Beobachtung gestattet allein für sich noch keinen sicheren Schluss auf die speziellere Ursache der Kontraktion, sie lässt vielmehr hinsichtlich derselben noch drei Möglichkeiten offen. 1. Dieselbe könnte allein durch den Kohäsionszug der wassererfüllt-gebliebenen Zellen bewirkt sein, so dass durch ihn die blasenhaltigen Elemente zwischen ihnen mit zusammengedrückt und auf diese Weise weit stärker verkürzt würden, als ihrer eignen Membranschrumpfung entspricht. 3. Vielleicht könnte aber auch das umgekehrte Verhalten einen Verteidiger finden, dass nämlich die Kontraktion durch die Membranschrumpfung der wasserleeren Zellen verursacht würde und die übrigen hierdurch eine passive Kompression erlitten. 3. Kohäsionszug und Membranschrumpfung könnten gleichzeitig an jener Gewebsverkürzung partizipieren.

In meiner vorläufigen Mitteilung von 1898 habe ich mich für die unter 1. präzisierte Ansicht entschieden. Hierbei war mir hauptsächlich der Umstand massgebend, dass Sporangiumzellen von *Equisetum*, in denen der Blasenraum beim Wasserverlust sehr früh auftritt, für sich allein infolge von Membranschrumpfung und -quellung auch nicht entfernt so weitgehende Dimensionsänderungen erfahren, wie sie ihnen dann zu Teil werden, wenn sie im Verband mit Zellen geblieben sind, in denen der Kohäsionszug zu stande kommt, und von denen aus die Kompression auf sie übertragen wird. URSPRUNG hat sich dagegen die oben unter 3. angeführte Auffassung zu eigen gemacht, indem er die Prüfung der Frage, ob die Schrumpfungsfähigkeit der Membranen dieser Annahme entspricht, unterlassen hat. Er hat dies anscheinend darum für überflüssig gehalten, weil trockne Stücke der Sporangienwand bei Wasserzusatz „in der Richtung der Längsachse der Zellen eine Verlängerung bis zu 100 pCt.“ erfahren (S. 657). Er fasst diese Verlängerung nämlich als Produkt von Membranquellung auf und charakterisiert sie demgemäss als „hygroskopische Ausdehnung“ (S. 657), also als einen Vorgang, der nach seiner Definition (S. 663) „einzig und allein durch Differenzen in dem Wassergehalt der Membran verursacht“ sein soll. Von diesem Standpunkte aus glaubt er nun aus der erwähnten Imbibitionsverlängerung indirekt auf den Grad der Membranverkürzung beim Schrumpfen schliessen zu dürfen. Diese Folgerung leidet aber Schiffbruch an der Tatsache, dass jene 100prozentige Ausdehnung nur zu einem kleinen Bruchteil auf Quellung, zum weitaus grössten

auf „elastischer Entfaltung“ beruht, deren Wesen ich seit 1899 in mehreren Mitteilungen erörtert habe, deren Existenz URSPRUNG aber völlig ignoriert. Da sich dieser Irrtum in URSPRUNG's Abhandlung in einem andern Falle wiederholt, so werde ich ihn später bei einer theoretischen Auseinandersetzung über die Differenzen unserer Auffassungen nochmals berühren.

Hier möchte ich, da ich seit 1898 auf *Equisetum* nicht mehr zurückgekommen bin, zunächst einige tatsächliche Beobachtungen, die auf Grund meiner späteren Veröffentlichungen angestellt worden sind, hinsichtlich der Schachtelhalmsporangien nachtragen; nicht als ob es von irgend einem allgemeineren Interesse wäre, ob in einem beliebigen Streitfall URSPRUNG's oder meine Ansicht Siegerin bleibt, sondern nur wegen der Wichtigkeit jener Organe für die „Kohäsionstheorie“ als Ganzes. Denn sie bilden in der Befestigungsanlage derselben gewissermassen ein Bollwerk, dass zur Zeit bedroht und noch nicht genügend geschützt ist, das aber sehr leicht in besten Verteidigungszustand gesetzt werden kann.

A. Nachweise für den Kohäsionszug des gesamten Sporangienwand-Gewebes beim Wasserverlust des frischen Behälters.

a) Man entnehme frischen reifen Fruchtähren von *Equisetum arvense* einige noch nicht aufgesprungene Sporangien, beseitige ihre Sporenmasse einigermassen, breite ihre Wandung auf dem Objektträger flach aus und lasse dieselbe an der Nadel ein wenig abtrocknen, damit sie, wenn sie auf das Glas zurückgebracht ist, nicht daran anklebt, sondern mit flacher Wölbung lose aufliegt. Beobachtet man nun das Objekt während der Wasserabgabe bei schwacher Vergrösserung, so kann man sich direkt überzeugen, dass sich die starke Kontraktion oft vollzieht, ohne dass innerhalb des Gewebes auch nur in einer einzigen Zelle ein Blasenraum aufgetreten ist. Man vermag dabei mit dem Auge zu verfolgen, wie sich an den Spiralzellen die Wandungen der schraubigen Verdickungsleisten bis zur Berührung nähern. Allerdings kommt es auch bei solch frischem Material nicht selten vor, dass sich in vereinzelten Zellen und Zellgruppen die Blasenräume schon während der Kontraktion einstellen. Jedoch vermögen diese Vorkommnisse die Beweiskraft der vorher erwähnten Fälle nicht zu beeinträchtigen; sie liefern vielmehr eine willkommene Kontrolle für die Richtigkeit der erstangegebenen Beobachtung. Denn wenn jene Blasenräume aufgetreten sind, so bleiben sie innerhalb der klaren wassererfüllten Umgebung noch längere Zeit erhalten, nachdem sich die kontrahierten Gewebe bei Wasserzufuhr wieder bis auf die ursprüngliche Grösse ausgedehnt haben. Man kann also einerseits, falls die Blasen auftreten, konstatieren, wie be-

schränkt ihr Vorkommen ist, und andererseits bestätigen, dass sie in den ersterwähnten Fällen überhaupt nicht vorhanden sind.

b) Selbst an Sporangien, die, in gewöhnlicher Weise aufgesprungen, ihre Sporenmasse völlig abgegeben haben und in der Breitenrichtung weit klaffen, in der Längsrichtung aber noch nicht viel stärker als um etwa 30 pCt. verkürzt sind, kann man unter dem Mikroskop teils direkt, teils in der angegebenen Weise unter Wasserzusatz feststellen, dass sie oft noch gar keine oder nur eine beschränkte Anzahl von blasenhaltigen Zellen aufweisen, die Membranschrumpfung beim Öffnen also schwerlich mitgewirkt hat[1]).

B. Nachweise für die Unterdrückung der Öffnungsbewegung beim Ausschluss des Kohäsionszuges.

a) Man wähle unter den noch nicht aufgesprungenen Sporangien eines reifen Sporangienstandes solche aus, in deren unmittelbarer Nachbarschaft, sei es an demselben, sei es an anstossenden Sporophyllen, sich bereits entleerte Sporensäcke finden. Man geht dann sicher, völlig ausgereifte Organe zur Verfügung zu haben. Diese werden erst einige Tage in Alc. abs. eingelegt und dann „im Vakuum“ rasch getrocknet. Unter diesen Umständen verdunstet der Alkohol zu rasch, als dass ein durchgreifender Kohäsionszug zu stande kommen könnte: Das Aufspringen unterbleibt, oder die entstandene Spalte, sowie die Gesamtkontraktion ist im Vergleich zu den natürlichen Objekten fast unmerklich.

b) Man durchtränke im Freien aufgesprungene, völlig ausgetrocknete und verschrumpfelte Sporensäcke erst mit Wasser, dann mit Alc. abs. und lasse sie nun ebenfalls im Vakuum wieder austrocknen. Auch diesmal bleibt die Kontraktion geringfügig.

Vielleicht möchte aber jemand gegen die Beweiskraft dieser Versuche den Zweifel geltend machen, ob der Ausfall derselben wirklich durch die Verhinderung des Kohäsionszuges bedingt sei; möglicherweise könne ja dabei die Vernichtung der Turgescenz durch den Alkohol eine Rolle spielen, oder derselbe könne etwa irgendwie einen Starrezustand oder eine sonstige Veränderung der Mem-

1) Aus welchen besonderen Ursachen der Kohäsionszug oft vorzeitig unterbrochen wird, ist noch nicht festgestellt. Es gehört dies zu den noch nicht aufgeklärten Punkten der Kohäsionsphysik. Bei den Farn- und *Selaginella*-Sporangien kommen diese vorzeitigen Unterbrechungen weit seltener vor. Es ist aber wohl begreiflich, dass die Natur die Kohäsionseinrichtungen dieser Schleudermechanismen gewissermassen sorgfältiger gesichert hat. Bei den Sporensäcken der Schachtelhalme hat sie es sozusagen nicht nötig. Denn dieselben schrumpfeln ja bekanntlich weit mehr zusammen, als zur Ausleerung des Sporenstaubes erforderlich ist. Wenn also auch ein Teil der Zellen versagen sollte, so reicht die Kompressionskraft der übrigen weitaus hin, um die Ausstreuung der Sporen zu ermöglichen.

bran bewirken, infolge deren diese ihrem natürlichen Schrumpfungsbestreben nicht zu folgen vermöge. Um diesen Einwänden entgegenzutreten, führe man noch die folgenden Kontrollversuche aus.

c) Man trockne solche natürlichen Objekte, wie die zu a und b verwendeten, nach der Behandlung mit absolutem Alkohol in der freien Luft, statt im Vakuum. Man wird bemerken, dass sich die Sporensäcke nunmehr ordnungsmässig kontrahieren bezw. öffnen, wenn auch nicht in demselben Masse wie in der Natur.

d) Man benutze Sporangien, wie sie nach Abschluss der bei a und b angegebenen Versuchsanstellung in trockenem, kaum kontrahiertem Zustande resultieren, lege sie in Wasser, bis ihre Lumina wieder gänzlich wassererfüllt sind und betrachte ihr Verhalten bei der Wasserabgabe unter dem Mikroskop. Sie werden nunmehr durch den Kohäsionszug komprimiert wie die natürlichen.

e) Sollte sich ein Gegner endlich noch hinter die Annahme verschanzen wollen, dass hinter den mit Kompression verbundenen Versuchen der Luftdruck als ausschlaggebendes Agens versteckt sei, so stelle er, um sich vom Gegenteil zu überzeugen, noch folgenden Versuch an. Er bringe Sporophylle mit genau gleichartigen Behältern, wie sie zu A a und B a gedient haben, in natürlichem Zustande, oder statt deren aufgesprungene und vertrocknete Sporangien, nachdem sie, wie bei B b mit Wasser von neuem gesättigt sind, (aber ohne nachträgliches Einlegen in Alkohol) in den luftleeren Raum und lasse sie dort austrocknen. Nach dem Wasserverlust sind sie unter diesen Umständen ebenso stark verschrumpfelt bezw. geöffnet, wie ihre Gefährten im Freien.

C. Messung der tatsächlichen Membranschrumpfung.

Die Verkürzung der Spiralzellen des Equiseten-Sporangiums beim Schrumpfeln, d. h. bei ihrer Kompression durch den Kohäsionszug der schwindenden Zellflüssigkeit, geht oft über 50 pCt. hinaus. Selbstverständlich nehmen auch solche in die Gewebe eingesprengten Zellgruppen, in denen der Riss der Zellflüssigkeit vorzeitig eingetreten ist, an dieser Verkürzung passiven Anteil. Sollten sie, wie URSPRUNG meint, durch Membranschrumpfung aktiv bei der Kompression beteiligt sein, so müsste diese doch wenigstens annähernd dem Masse ihrer Verkürzung entsprechen. Von diesem Gesichtspunkte aus ist es von Interesse, den Quellungs- oder Schrumpfungskoeffizienten ihrer Wandung in der Längsrichtung der Zellen auch zahlenmässig zu bestimmen. Hierzu benutze man Produkte der unter B a und b beschriebenen Prozesse. Aus den Wandungen dieser Objekte schneide man rechteckig begrenzte Stücke, deren eines Seitenpaar der Achse der Spiralzellen etwa parallel läuft, messe die Länge dieses Seiten-

paares im trockenen Zustande des Gewebes mikroskopisch und wiederhole diese Messung, nachdem unter dem Deckglas Wasser hinzugetreten ist. Die ersten derartigen Bestimmungsversuche für den Quellungskoeffizienten der Membran ergeben gewöhnlich noch ein zu hohes Resultat, denn selbst im luftleeren Raum kommt oft ein beschränkter Kohäsionszug seitens des Alkohols der Zelllumina zustande. Es gelingt aber leicht, den Rest der hierdurch verursachten elastischen Schwellung auszuscheiden, indem man das Gewebsstück, ehe sich seine Lumina wieder gefüllt haben, aus dem Wasser entfernt und zum raschen Abtrocknen etwa zwischen Fliesspapier oder auf Löschkarton bringt oder es, mit absolutem Alkohol betupft, an der Nadel der Luft aussetzt. Wiederholt man nun die Messungen und event. das ganze Verfahren mehrmals, so erhält man kleinere und für dasselbe Objekt konstante Resultate. So reduzierte sich bei einer Probe der Quellungskoeffizient von der scheinbaren Höhe von 15 pCt. auf 12 pCt., an einem anderen von $13^1/_2$ auf 10 pCt. Dies sind Beträge, die gegenüber den von URSPRUNG supponierten von 100 pCt. jedenfalls minimal erscheinen; bei anderen Proben ergaben sich mir aber noch niedrigere Zahlen.

Hiermit halte ich das Problem des Öffnungsmechanismus der Equisetumsporangien für erledigt.

II. Über die logische Berechtigung von Ursprung's Auslegung einiger Tatsachen zu gunsten eines hygroskopischen Öffnungsmechanismus.

In seiner Mitteilung „über den Öffnungsmechanismus der Makrosprorangien von *Selaginella*“ (Sitzgsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. XLVII, Jahrg. 1902, S. 1056—1059) sagt SCHWENDENER S. 1058: „STEINBRINCK geht nach meiner Überzeugung viel zu weit, wenn er überall seinen Kohäsionsmechanismus auf Vorgänge zu übertragen versucht, die man bis dahin — und zum guten Teil mit ausreichender Begründung — als hygroskopische anzusehen gewöhnt war. Von den Zuckungen abgesehen, mit welchen die Schrumpfuug der Membran überhaupt in keinem Zusammenhang steht, spielt die Kohäsion des flüssigen Zellsaftes bei den verschiedenen Bewegungsmechanismen offenbar nur selten eine massgebende Rolle.“ Mein hochverehrter Gönner, der leider in dieser Frage mein Opponent geworden ist, wird es mir nicht verübeln, wenn ich im Gegensatz zu obigem Zitat in den nachfolgenden Zeilen die Behauptung zu begründen versuche, dass umgekehrt von gegnerischer Seite die Bedeutung der hygroskopischen Kräfte für jene Mechanismen zu ungunsten der Wirkungen von Kohäsion und elastischer Schwellung viel zu weit ausgedehnt wird.

Zum Belege greife ich in Anlehnung an den Schluss des vorigen

Abschnitts zunächst den ersten Satz von Ursprung's Zusammenfassung seiner Resultate S. 666 heraus: „Das Schliessen geschieht bei allen genannten Sporangien auf rein hygroskopischem Wege.“ Zuzugeben ist dies, wie ich es auch nie bestritten habe, für Sporangien, deren Zellen nach der Kompression durch den Kohäsionszug elastisch zurückspringen, wie z. B. die von *Selaginella*. Es gilt aber, wie ich im vorigen Abschnitt nachgewiesen habe, nicht für *Equisetum*. Der Quellungskoeffizient seiner Spiralzellenmembranen reicht ja, wie (S. 223) gezeigt, bei weitem nicht aus, um die vorhergegangene Kontraktion rückgängig zu machen; den bei weitem grösseren Teil der Arbeit muss die elastische Entfaltung übernehmen, die ja nach der auf S. 219 zitierten Definition der „hygroskopischen“ Vorgänge nicht zu diesen gerechnet werden darf. Das Gleiche gilt nach den Mitteilungen Ursprung's von *Botrychium* (l. c. S. 650 ff.).

Schwerer wiegt aber noch der logische Fehler, der sich nach meiner Ansicht in Ursprung's theoretischer Ausdeutung seiner eigenen Beobachtungen über die Öffnungsvorgänge kundgibt. Ich glaube diesen Fehlschluss am schärfsten charakterisieren zu können, wenn ich einen Kriminalfall als Pendant wähle. Wenn auch die Beleuchtung dabei etwas grell ausfällt, so lässt sie dafür die Differenzpunkte, über die eine Verständigung erforderlich ist, um so klarer hervortreten.

Nehmen wir einmal an, ein Richter habe festzustellen, wer einen Geldschrank erbrochen und beraubt habe. Es stelle sich bei der Untersuchung heraus, dass eine Person A die Tür desselben gewaltsam geöffnet und weit aufgesperrt, sowie den Inhalt grösstenteils ausgeräumt habe. Es ergebe sich aber ferner, dass A hiernach die Türe ungefähr wieder angelehnt habe, dass aber darauf ein Anderer, B, hinzugekommen sei. Dieser hat sich jedoch damit begnügen müssen, die bereits erbrochene Tür nochmals weiter zu öffnen und — (etwa um gemächlich Nachlese zu halten) — in dieser Stellung zu befestigen; selbst davongetragen hat er nichts. — Ich möchte nun im folgenden dartun, dass unser Vergleich in der Frage gipfelt, wer von beiden, A oder B, als der eigentlich Schuldige zu betrachten ist. Leider muss ich gestehen, dass es mir scheint, als ob Ursprung den B in erster Linie verurteilen würde. Wenn der Leser dies unglaublich oder unbegreiflich finden sollte, so muss ich ihn schon bitten, die Auseinandersetzungen des Genannten auf den Seiten 638 und 639, sowie den ersten Absatz von 640 in seiner Abhandlung daraufhin anzusehen. Der Geldschrank unseres Beispiels ist das Sporangium der Schizaeaceen-Gattung *Aneimia*. Nach S. 638 ist unter der Person A der Kohäsionsmechanismus im *Aneimia*-Annulus zu verstehen. Er sprengt den Behälter durch den Zug des Zellsaftes und bewirkt bei der Unterbrechung desselben durch seine „Ruckbewegungen“ nach Ursprung's eigenem Zugeständnis das Ausräumen seines Inhaltes (der

Sporenmasse). Diese Unterbrechungen ziehen es aber nach sich, dass sich die Spaltränder des Behälters wieder einigermassen aneinanderlegen. Der Herr B unseres Beispiels, der nun dazukommt, wird durch die Membranschrumpfung der Annuluszellen repräsentiert, die den Sporensack nachträglich wieder etwas weiter öffnet und offen hält. Höchst merkwürdigerweise schreibt aber, wie angedeutet, URSPRUNG diesem B das Öffnen des Behälters ausschliesslich zu. Denn er äussert sich darüber S. 640 wörtlich: „Das Öffnen des Schizaeaceensporangiums erfolgt somit auf rein hygroskopischem Wege.“

Wie kommt er nun zu diesem eigentümlichen Urteil? Auf S. 639 bemerkt er (etwa in der Mitte derselben) noch in etwas vorsichtigerer Weise: „Eine Frage ist es, ob der Kohäsionsmechanismus“ [sc. unser Herr A] „einzig und allein für das „Springen“ verantwortlich gemacht werden kann und ob ihm jede Beteiligung am eigentlichen Öffnen . . . abgeht.“ Aber schon diese Fragestellung erregt Verwunderung; man erwartet, sie müsse im Gegenteil etwa lauten: Geht B jede Beteiligung am Öffnen ab? Sollte die Art der Frage aber vielleicht dadurch bedingt sein, dass URSPRUNG unter dem eigentlichen Öffnen etwas anderes verstanden wissen will, als der Sprachgebrauch verlangt? Fast scheint es so, denn er hält es für nötig, das „eigentliche Öffnen“ noch besonders als „die Überführung aus dem stabilen feuchten in den stabilen trockenen Zustand“ zu definieren. Man sollte meinen, wichtiger als diese Nebenbestimmungen der Stabilität, Feuchtigkeit und Trockenheit wäre die, dass der Behälter anfangs organisch geschlossen ist und nachher klafft. Nach URSPRUNG's Definition müsste man ja unter dem Aufbrechen einer Rosenknospe das Verwelken der geöffneten Blüte verstehen, und Antheridien z. B., die ihre Spermatozoiden entlassen haben, müsste man trotzdem geschlossen nennen, solange sie noch nicht trocken sind.

Es bleibt jedoch unklar, ob URSPRUNG auf den Wortlaut jener Definition selbst viel Gewicht gelegt hat; denn gleich darauf braucht er in dieser Hinsicht den sprachlich richtigeren Ausdruck. Er erklärt sich nämlich (am Schluss der S. 639) bereit, dem B (sc. hygroskopischen Mechanismus) das Öffnen ausschliesslich aufzubürden, wenn es nur „gelingt, zu zeigen, dass der hygroskopische Mechanismus allein eine Überführung aus dem geschlossenen in den offenen Zustand herbeiführen kann“. In sachlicher Beziehung ist hierbei auf das Wörtchen „kann“ zu achten. In der Tat fand URSPRUNG nämlich ältere bereits geöffnete *Aneimia*-Annuli, die ihre Ränder infolge von Imbibition genähert hatten, im stande, sich auswärts zu bewegen, wenn sie von neuem trocken wurden.

Diese Beobachtung allein hat ihm nun genügt, um das Verdikt zu fällen, das Öffnen der *Aneimia*-Sporangien werde überhaupt ausschliesslich durch Membranschrumpfung hervorgebracht. In die

juristische Praxis übersetzt würde dieses Urteil etwa folgendermassen lauten: Weil eine verdächtige Person B eine angelehnte Türe etwas weiter zu öffnen vermag, so hat sie dieselbe, ohne Zweifel als sie noch geschlossen war, tatsächlich erbrochen! URSPRUNG's Entscheidung ist aber noch sonderbarer, als sie nach diesem Vergleiche aussieht. Man müsste, um die Logik eines solchen Urteils ganz zu charakterisieren, noch hinzufügen, dass es gefällt ist, obwohl für B ein einspruchsfreier Alibibeweis vorliegt. Hören wir in dieser Beziehung zuerst SCHWENDENER als Sachverständigen. Er äussert: „Mit der Folgerung, dass die Wände vermöge ihrer hygroskopischen Eigenschaften die in Rede stehenden Bewegungen herbeiführen, ist selbstverständlich die Annahme, dass in den beteiligten Zellen noch flüssiger Inhalt vorhanden sei, schlechterdings unvereinbar" (Öffnungsmechanismus von *Selaginella*, l. c., S. 658). Nun gibt aber URSPRUNG vollständig zu, dass sogar nach dem Öffnen des *Aneimia*-Sporangiums seine aktiven Ringzellen eine Zeit lang noch wassergefüllt bleiben, sonst könnte ja ihr Kohäsionsmechanismus die Schleuderbewegungen nicht ausführen. Also sind die hygroskopischen Kräfte bis zu diesem Zeitpunkte nach SCHWENDENER „schlechterdings" ausgeschlossen. Dennoch sollen sie vorher das Öffnen des Behälters bewirkt haben? Mein Verständnis reicht nicht aus, um das alles zu begreifen. Am wahrscheinlichsten ist mir aber, dass die Wurzel dieser Unklarheiten auf sprachlichem Boden liegt, d. h. dass sie aus der neuen und eigens zurechtgeschnittenen Definition URSPRUNG's über den Begriff des „Öffnens" erwachsen sind, über deren Gewicht und Tragweite wir oben noch im Zweifel waren. Wenn sich nun URSPRUNG wirklich im Ernst zu dieser Begriffsbestimmung bekennen sollte und, auf sie gestützt, einige solcher Öffnungsmechanismen für die hygroskopischen Kräfte zu retten sucht, so mag hier wenigstens klargestellt werden, dass er sich hierbei sowohl mit dem volkstümlichen, als dem wissenschaftlichen Sprachgebrauch in schroffen Gegensatz bringt. Er hätte in diesem Falle doch wohl dem Leser z. B. bei *Aneimia* folgendes verständlicher machen müssen: „Mein Öffnungsmechanismus ist durchaus nicht derselbe, über den du Aufklärung von mir erwartest. Du willst wissen, welche Kraft den Behälter in der Natur sprengt und entleert. Diesen Mechanismus meine ich aber nicht, wenn ich vom Öffnen rede. Meine Behauptungen beziehen sich nur auf das nochmalige Öffnen längst gesprengter Behälter, und zwar auch nur auf den Modus, wie man ihn bei gewissen Vorsichtsmassregeln erzielen kann. Wenn man nämlich bei der Imbibition solcher trockner Behälter die Erfüllung ihrer Zelllumina mit Wasser zu verhindern versteht und somit das Zustandekommen des Kohäsionsmechanismus vermeidet, dann vermag auch die Membranschrumpfung die bereits vorhandene Spalte

des Behälters zu erweitern." So müsste nach meiner Auffassung URSPRUNG's Resultat in gewöhnlichem Deutsch lauten; eine Belehrung hierüber wäre mir jedoch sehr willkommen.

Übrigens habe ich die Beteiligung der Membranschrumpfung am Schlusse der betreffenden Austrocknungsvorgänge nie bestritten, vielmehr bei den Farn- und *Selaginella*-Sporangien besonders besprochen, ja bei den Farnen, wie unten gezeigt werden soll, weit sorgfältiger untersucht, als URSPRUNG. Daraus, dass ich aber nicht überall, z. B. bei *Selaginella*, hinsichtlich der hygroskopischen Eigenschaften der Membranen bis ins Minutiöseste gegangen bin, kann mir doch kein Vorwurf gemacht werden. Denn es handelte sich für mich vorzugsweise um die Ergründung der betreffenden Kohäsionsmechanismen, und für diese sind nach SCHWENDENER's oben angeführtem Urteil hygroskopische Kräfte ohne Belang. Obendrein ist es noch sehr die Frage, ob nicht vielfach die hygroskopischen Kräfte, auf die meine Gegner so viel Gewicht legen, lediglich nebensächliche Folgeerscheinungen der speziellen Einrichtungen der Kohäsionsmechanismen sind. Darüber soll in einem besonderen Abschnitt verhandelt werden.

III. Über Membranstrukturen im Dienste von Kohäsionsmechanismen.

Bekanntlich entsprechen gewöhnlich in den Zellmembranen die optischen Elastizitätsachsen, sowie die des Schrumpfungsellipsoids und endlich die Hauptachsen der Festigkeit einander nach Lage und Grössenabstufung[1]). Populär gesprochen heisst dies: Wenn sich eine Membran beim Austrocknen in einer gewissen Richtung nur wenig zusammenzieht, so ist zugleich ihre Festigkeit in dieser Richtung der Regel nach ein Maximum, und umgekehrt: besondere Festigkeit nach einer Richtung bedingt in derselben meist auch ein Schrumpfungsminimum; die Lage jener ausgezeichneten Richtungen ist häufig aus der optischen Reaktion im polarisierten Lichte zu ersehen, die auch über das Mass der betreffenden Differenzen einige Anhaltspunkte liefern kann. Beispielsweise verdanken die mechanischen Zellen SCHWENDENER's ihre hervorragende Festigkeit, sowie auch ihr geringes Schrumpfungsmass in der Längsrichtung einer durch ihre optische Reaktion indirekt und übrigens oft auch durch ihre Porenlage oder Streifung direkt bekundeten Struktur. Offenbar ist hierbei die geringe Schrumpfungsfähigkeit ein nebensächliches und die Festigkeit das Hauptmoment, worauf es ankommt.

1) Über diese kurze Fassung der betreffenden Regel vergl. etwa Bot. Jaarb. der Dodonaea, Gent, VII, 1895, S. 228 nebst Anmerk. 1.

Es wird sich empfehlen, diesen Zusammenhang noch an einem anderen Beispiel näher zu erörtern. Wir wählen als solches das Farnsporangium, da hierzu eine längere Diskussion URSPRUNG's über die hygroskopischen Eigenschaften des *Aneimia*-Annulus den Anlass giebt. URSPRUNG ist nämlich in Verlegenheit, wie er die bleibende Einstülpung der Aussenwand dieser Annuluszellen im trocknen Zustande begründen soll. Er möchte sie gern auf eine überwiegende Schrumpfung der Aussenmembran nach der Längsachse dieser Zellen zurückführen, hat aber folgendes Bedenken: „Zieht sich die Aussenwand in ihrer Längsrichtung ansehnlich zusammen, so muss nach allem, was wir bis jetzt über das Verhalten solcher Membranen wissen, die Kontraktion in der Querrichtung mindestens ebenso stark sein“ (S. 641). Dies ist aber ein Irrtum. Bei den Schrumpfungsmechanismen sind die Zellen, die sich vorwiegend nach ihrer Längsachse zusammenziehen, so zahlreich, dass EICHHOLZ sie mit dem besonderen Namen der „spezifisch-dynamischen“ belegt hat. Auch sie sind an ihrer optischen Reaktion gewöhnlich leicht erkennbar. URSPRUNG hat aber ferner meine Auseinandersetzungen im Bot. Jaarboek der Dodonaea, Gent 1895, VII, S. 342—356 nebst den Fig. 45—49 gänzlich übersehen, in denen ich die Aussenwände der Farnannuluszellen infolge ihrer Reaktionen im polarisierten Lichte ebenfalls als solche „spezifisch-dynamische“ Zellhäute charakterisiert habe. Dort kann URSPRUNG die vermisste Ableitung der Schrumpfungsform von Annuluszellen aus dem Aufbau ihrer Wandung finden.

Es fragt sich nur, ob die dort geschilderte Wandstruktur, die höchst auffällig ist und zudem bei allen fünf von mir untersuchten Familien wiederkehrt, eine Anpassung an den hygroskopischen oder an den Kohäsionsmechanismus darstellt. Jener Aufbau der Wandung spricht nämlich nicht bloss für die vorwiegende Schrumpfung in der Längsrichtung der Zellen, sondern deutet nach dem oben Gesagten auch auf eine besonders hohe Festigkeit in ihrer Querrichtung, d. h. in der Richtung, in welcher namentlich die dünne Aussenwand der Annuluszellen, bei ihrer Einstülpung in den Zellraum vermittels des Kohäsionszuges vonseiten des Zellsaftes, auf Zug am stärksten in Anspruch genommen ist. Wir begegnen hier also ähnlichen mechanischen Verhältnissen, wie sie bei SCHWENDENER's Skelettfasern vorliegen. Der Öffnungs- und Schleudermechanismus der Farne ist ja an die Bedingung gebunden, dass die zarte Aussenwand nicht reisst, trotzdem sie sehr stark gedehnt wird, sowie weiter daran, dass sie trotz dieser kräftigen Dehnung ihre Elastizität bewahrt. Andererseits wird aber durch dieselbe Wandstruktur, wie gesagt, auch der hygroskopische Mechanismus beeinflusst.

Wenn wir daher nunmehr die Frage wiederholen, ob jener Wandaufbau in erster Linie im Dienste des Kohäsions- oder des

hygroskopischen Mechanismus stehe, d. h. wenn wir die erwähnte Struktur als eine biologische Anpassung betrachten, die der Pflanze von Wert, nämlich der Sporenaussaat förderlich sein soll, so neigt sich die Wagschale sehr zu gunsten des Kohäsionsmechanismus. Denn er ist der Faktor, der das Sporangium aufreisst und die Sporen weit hinausschleudert. Hat er sich abgespielt, so ist das, was die Schrumpfung der Membran nachher noch zustande bringt, nämlich die Herstellung der schliesslichen Trockenform, nur noch von untergeordneter Bedeutung.

Ähnliches gilt von den *Selaginella*-Sporangien, bezüglich deren ich bereits früher auf einen denkbaren Zusammenhang ihrer Wandstruktur mit dem Kohäsionsmechanismus hingewiesen habe (diese Berichte 1902, S. 118, Anmerk. 2). Namentlich für die Makrosporangien ist die endgültige Trockenform nach dem Wegsprengen der Sporen und somit die Tätigkeit des Schrumpfungsmechanismus anscheinend ganz ohne Belang. Es ist also sehr wohl zu verteidigen, wenn man die Auffassung für zulässig hält, dass die hygroskopischen Vorgänge an diesen Organen nur untergeordnete Folgeerscheinungen der Einrichtungen des Kohäsionsmechanismus seien. Doch gebe ich gern zu, dass diese Fragen weiterer Prüfung noch dringend bedürfen[1]).

---

30. F. Czapek: Antifermente im Pflanzenorganismus.

Eingegangen am 17. April 1903.

In einer Mitteilung über Stoffwechselprozesse in geotropisch gereizten Wurzelspitzen und heliotropisch gereizten Keimlingen, welche vor nicht langer Zeit in diesen Berichten erschien[2]), habe ich auf die Wahrscheinlichkeit aufmerksam gemacht, dass die Hemmung der Weiteroxydation der aus dem Tyrosin (vielleicht auch aus Phenylalanin) stammenden Homogentisinsäure in den genannten gereizten Organen durch bestimmte Substanzen bedingt ist, welche in ihrem Verhalten Ähnlichkeit mit Enzymen besitzen und deshalb als „Antioxydase" schon vorweg bezeichnet wurden.

Im weiteren Verlaufe der Untersuchungen hat sich nun die Richtigkeit dieser Auffassung durchaus bestätigen lassen, und es er-

1) Dem Manuskript waren *Equisetum*-Präparate beigegeben, welche die unter B S. 221 und 222 skizzierten Versuche illustrierten.

2) F. Czapek, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. **20**, S. 464 (1902).

scheint mir an der Zeit, einmal die ein allgemeines Interesse beanspruchenden chemischen Tatsachen dieses Spezialfalles, zum anderen die allgemeine Wichtigkeit von Katalysenhemmungen im pflanzlichen Stoffwechsel einer Diskussion zu unterziehen.

Es darf wohl als eine in physiologischen Kreisen ziemlich allgemein und aus guten Gründen anerkannte Meinung hingestellt werden, dass die Enzyme so viele Analogien mit anorganischen Katalysatoren aufweisen und die Differenzen zwischen Enzymen und anderen Katalysatoren so wenig entscheidende Merkmale darbieten, dass wir kaum umhin können, die Enzyme als eine besondere Klasse oder eine den lebenden Organismen eigentümliche Gruppe von Katalysatoren aufzufassen. Enzyme ändern so wie alle anderen Katalysatoren den Ablauf der von ihnen beeinflussten Reaktion qualitativ gar nicht; sie ändern nur die Reaktionsgeschwindigkeit, und zwar im Sinne der Beschleunigung.

Obwohl es a priori eine nahe liegende Sache war, sich zu fragen, ob es nicht nur Reaktion beschleunigende Katalysatoren („positive Katalysatoren"), sondern auch „negative" oder Reaktion verzögernde Katalysatoren gibt, konnten erst chemische Arbeiten der letzten Zeit die Existenz solcher negativer Katalysatoren tatsächlich bestätigen.

BIGELOW[1]) gelang es im Leipziger physikalisch-chemischen Institute eine Reihe von höchst merkwürdigen Fällen der Herabsetzung der Oxydationsgeschwindigkeit von Natriumsulfit durch Spuren von Mannit, Glyzerin, Benzolderivaten und anderen Stoffen aufzufinden. YOUNG[2]) stellte fest, dass kleine Mengen von Alkaloiden im stande sind, die Oxydation von Zinnchlorür bedeutend zu verlangsamen. Diese und andere Fälle von „negativer Katalyse" sind scharf zu unterscheiden von anderen verzögernden Faktoren, welche die Eigentümlichkeit haben, auf die Tätigkeit positiver Katalysatoren hemmend zu wirken, so dass die Reaktionsbeschleunigung nahezu oder ganz auf Null herabsinkt. BREDIG hat uns in seinen interessanten Studien über „anorganische Fermente" mit zahlreichen Stoffen bekannt gemacht, welche die Wasserstoffperoxydkatalyse durch kolloidales Platin ausserordentlich stark hemmen: es sind dies z. B. Schwefelwasserstoff, Blausäure. Man kann solche Hemmungsstoffe, wie BREDIG in seiner allen Biologen nicht genug zu empfehlenden lehrreichen Zusammenstellung über Katalyse und Enzymwirkungen vorschlug, als „Antikatalysatoren", „Paralysatoren" oder Enzymgifte zusammenfassen.

Stoffe, welche sich den Enzymen gegenüber ganz ähnlich ver-

---

1) S. L. BIGELOW, Zeitschr. physikal. Chem. **26**, 493 (1898).

2) S. W. YOUNG, Journ. Americ. Soc. **23**, S. 119 (1901); **24**, S. 297 (1902). Andere Fälle sind citiert in der trefflichen Arbeit BREDIG's „Ergebnisse der Physiologie". 1902, Bd. 1, S. 142.

halten wie die Antikatalysatoren gegenüber den Katalysatoren und dabei die interessante Eigentümlichkeit besitzen, in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften den Enzymen ganz zu entsprechen (Zerstörbarkeit durch Kochen, Eiweisscharakter etc.), hat man nun im Laufe des intensiven Studiums der Immunitätserscheinungen und der Wechselwirkungen zwischen Krankheit erregenden Bakterien und Tierorganismus vielfach nachweisen können. Zunächst waren es die Antitoxine und andere spezifisch auf einverleibte Giftstoffe wirkende Antikörper, sodann aber auch wirkliche Antienzyme, welche man im Tierleibe speziell auf Einverleibung bestimmter pflanzlicher und tierischer Enzyme in die Blutbahn entstehen sah.

1893 konstatierte HILDEBRANDT[1]), dass nach der Injektion von Mandelemulsinlösung in den Tierkörper in der Leber ein Stoff auftritt, welcher die Amygdalinspaltung durch Emulsin verhindert. Schon früher hatte HAMMARSTEN und RÖDÉN[2]) auf die Verhinderung der Wirkung von Labenzym durch Pferdeblutserum hingewiesen, und BRIOT[3]) betrachtete diese labhemmende Substanz als Enzym. Nach den Untersuchungen von MORGENROTH[4]) über das Antilab von gegen Lab immunisierten Ziegen schützt das Immunserum Kuhmilch gegen Lab noch im Verhältnisse von 1 : 20 000. Dieses Antilab ist ein sehr unbeständiger Stoff. In weiteren Arbeiten lieferte MORGENROTH[5]) den wichtigen Nachweis, dass das Antilab die Labwirkung der Cynarase, des labenden Enzyms der Artischocke, auf Milch nicht aufhebt, und umgekehrt die Anticynarase die Wirkung von Magenlabferment ungestört lässt. Beide Labenzyme müssen daher ebenso verschieden sein wie ihre Antifermente. Ich will nur noch kurz erwähnen, dass auf Injektion verschiedener anderer Enzyme in den Blutkreislauf ebenfalls Antienzyme im Blutserum gefunden worden sind. MOLL[6]) beschrieb eine noch in weiterer Untersuchung befindliche Antiurease; Antitrypsine wurden angegeben von FERMI und PERNONI[7]), von V. DUNGERN und von ACHALME[8]); eine Antityrosinase konstatierte nach Injektion von Tyrosinase GESSARD[9]) u. s. w. Dies sind eigentlich nur pathologische Befunde, welche die Folge eines experimentellen Eingriffes in den Organismus darstellen. Einen sicher normales Vorkommen von Antienzymen betreffenden Fall hat aber jüngst

1) H. HILDEBRANDT, VIRCHOW's Archiv **131**, S. 5 (1893).
2) RÖDÉN, MALY's Jahresber. der Tierchemie **17**, S. 160 (1887).
3) A. BRIOT, Compt. rend. **128**, S. 1359 (1899).
4) S. MORGENROTH, Centralbl. für Bakter., 1. Abt., **26**, S. 349 (1899).
5) MORGENROTH, Ibid. **27**, S. 721 (1900).
6) L. MOLL, Beiträge zur chem. Physiologie und Pathologie **2**, S. 344 (1902).
7) CL. FERMI und L. PERNONI, Centralbl. für Bakter., I. Abt., **22**, S. 1 (1897).
8) P. ACHALME, Annal. Inst. PASTEUR **15**, p. 737 (1901).
9) C. GESSARD, Compt. rend. soc. biol. **54**, p. 551 (1902).

Weinland[1]) bekannt gegeben, indem er feststellen konnte, dass der mit Quarzsand verriebene Brei aus darmparasitischen *Ascaris*- und *Taenia*-Arten Fibrin gegen die verdauende Wirkung von Trypsin schützt, und er meint, dass die Widerstandsfähigkeit dieser Tiere gegen die Magen-Darmsekrete auf diesem Antitrypsin beruht. Weinland hält überhaupt dafür, dass Antifermente bei allen Tieren verbreitet seien; er wies ein Antitrypsin in der Magenschleimhaut nach und erklärt die bisher rätselhafte Unangreifbarkeit der Magenwand gegen die Verdauungsfermente durch die Gegenwart eines solchen Antienzyms.

Bei weiterer Ausschau in dem Heere der chemischen Erscheinungen, die wir in den organischen Wesen beobachten, wird es in der Tat sehr wahrscheinlich, dass nicht nur den Katalysatoren der Zelle: den Enzymen, eine wichtige Rolle zukommt, sondern dass eine wichtige Gruppe von Vorgängen im Stoffwechsel unserer Entdeckung harrt, welche in Verzögerungen von Reaktionen, in Herabsetzung der Geschwindigkeit verschiedener chemischer Reaktionen im Organismus besteht. Der Begriff des Organismus als selbstregulierender Mechanismus, wie die Physiologie der neueren Zeit ihn allmählich herangebildet hat, würde uns die Annahme von Reaktionsverzögerungen theoretisch nahe legen, selbst wenn wir noch ohne jede empirische Kenntnis von einschlägigen Erscheinungen wären.

Nicht nur in der Mannigfaltigkeit der einzelnen möglichen Reaktionen bestehen die ungemein vielseitigen chemischen Mittel der Zelle, sondern auch in der Befähigung durch gesetzmässige Beschleunigung und Verzögerung der gleichzeitig nebeneinander laufenden Reaktionen verschiedene Konstellationen zu erzeugen. Ja, vielleicht ist gerade diese Befähigung wichtiger für den Ablauf der Lebenserscheinungen, als wir heute ahnen, und, wenn das oberflächliche und nicht neue Bild gestattet ist, so kommt es wie beim Spielen eines Saiteninstruments nicht allein auf die Zahl und Verschiedenheit der vorhandenen Saiten und der erzielbaren Töne, sondern ebenso sehr auf die Zeitfolge des Erklingens derselben und auf die Harmonie der gleichzeitig ablaufenden Tonfolgen an.

Es ist daher jeder hierher gehörige Fall beachtenswert, und von diesen allgemeineren Gesichtspunkten aus sei auch die von mir aufgefundene antikatalytische Hemmung der Homogentisinsäureoxydation einer Besprechung unterzogen. Die Erscheinung ist, wie ich bemerken und in späteren Mitteilungen ausführen will, allgemein verbreitet bei verschiedenen Pflanzen und Organen und bei verschiedenartigen Bewegungsreizprozessen, und nicht etwa für den Geotropismus allein charakteristisch. Da sich die Vorgänge jedoch sehr bequem

1) E. Weinland, Zeitschrift für Biologie **44**, S. 1 und 45 (1903).

an geotropisch gereizten Wurzelspitzen näher studieren lassen und diese Objekte auch die ersten waren, welche ich genauer kennen lernte, will ich mich im Nachfolgenden ausschliesslich auf dieses engere Gebiet von Untersuchungsobjekten beschränken.

Es interessiert uns zunächst die Frage, welche Quantitäten des Hemmungsstoffes noch eine deutliche Wirkung zu entfalten im stande sind. Da man den Hemmungsstoff nicht rein darstellen kann, so muss man die Dosierung durch Zusatz einer verschieden grossen Zahl geotropisch gereizter und sodann verriebener Wurzelspitzen zum Chloroformwasserbrei aus ungereizten Spitzen vornehmen. Über die Methodik solcher Autolysenversuche habe ich schon in meiner ersten Mitteilung Angaben gemacht[1]). 100 Stück 2 *mm* lang abgeschnittene Wurzelspitzen wurden mit einer Messerspitze Glasstaub und 10 *ccm* destilliertem Wasser andauernd fein verrieben; der Brei quantitativ in ein 250 *ccm*-Erlenmeyer-Kölbchen gespült und sodann 50 *ccm* einer titrierten wässerigen Homogentisinsäurelösung und 5 *ccm* Chloroform zugesetzt. Man lässt nun behufs Absetzens 10—15 Minuten ruhig stehen und bestimmt nach dem BAUMANN'schen[2]) Verfahren mit $^1/_{10}$ Normal-$AgNO_3$ den Titer der Probe auf Homogentisinsäuregehalt. Hatte man mehrere zu vergleichende Proben aufgestellt, so wurde eventuell nach Titrierung durch Homogentisinsäurezusatz der Titer ausgeglichen und nochmals kontrolliert. Die Proben blieben nun im Brutschranke bei konstant 28° C. stehen, wurden täglich mehrmals umgeschüttelt und in regelmässigen, meist fünftägigen Zwischenräumen untersucht. Anwendung höherer Temperaturen, bis 40°, beschleunigt die Enzymwirkungen in so geringem Masse, dass man bei Brutkastentemperatur ganz wohl sein Auslangen findet.

Die Untersuchung geschah durch Abpipettieren von 5 *ccm* des Digestionsgemisches und Bestimmung der Menge $^1/_{10}$ Normal-$AgNO_3$, welche durch die in diesem Flüssigkeitsquantum noch vorhandene Homogentisinsäuremenge reduziert wurde. Alle in den nachfolgenden Versuchsdaten angeführten Zahlen beziehen sich auf diese Silbernitratmengen, ausgedrückt in Kubikcentimetern. Man kann durch Multiplikation mit dem Faktor 1,23 daraus eventuell die vorhandene Menge Homogentisinsäure in Milligramm ausgedrückt berechnen.

Die geotropische Reizung der Wurzeln geschah, wo nicht anders bemerkt, durch Horizontallagern derselben zwischen zwei Lagen nassen Filtrierpapieres durch 30 Minuten bei etwa 20° C. Eine Krümmung ist unter solchen Umständen nach Abschluss der Reizung noch niemals aufgetreten.

Die folgende Versuchsreihe zeigt, wie viele geotropisch gereizte

1) l. c. S. 469.

2) BAUMANN, Zeitschr. für physiol. Chemie **16**, S. 268 (1891).

Wurzelspitzen nötig sind, um bei Zusatz zu ungereiztem Material noch vollen oder teilweisen Hemmungseffekt beim Verschwinden der Homogentisinsäure zu erreichen.

Die Zahlen bedeuten, wie schon erwähnt, die bei der Titrierung von je 5 *ccm* verbrauchte Menge $^{1}/_{10}$ Normal-$AgNO_3$ in Kubikcentimetern.

Wurzelspitzen von Lupinus albus.

	100 ungereizte	50 ungereizte 50 gereizte	100 gereizte
17. Oktober	2,3	2,3	2,3
22. „	2,0	2,2	2,2
27. „	1,7	2,1	2,1
1. November	1,3	1,9	1,9
6. „	1,0	1,8	1,8
11. „	0,6	1,6	1,6

	100 ungereizte	80 ungereizte 20 gereizte	100 gereizte
13. Oktober	2,4	2,4	2,4
18. „	2,1	2,3	2,3
23. „	1,8	2,1	2,2
28. „	1,5	2,0	2,1
2. November	1,2	1,8	1,8
7. „	0,8	1,6	1,6

	100 ungereizte	90 ungereizte 10 gereizte	100 gereizte
12. Oktober	2,4	2,4	2,4
17. „	2,1	2,2	2,3
22. „	1,8	2,1	2,2
27. „	1,5	2,0	2,1
1. November	1,1	1,8	1,9
6. „	0,8	1,6	1,7

	100 ungereizte	95 ungereizte 5 gereizte	100 gereizte
14. Oktober	2,4	2,4	2,4
19. „	2,1	2,1	2,3
24. „	1,8	1,8	2,2
29. „	1,5	1,6	2,0
3. November	1,2	1,4	1,9
8. „	0,8	1,1	1,7

	100 ungereizte	97 ungereizte 3 gereizte	100 gereizte
15. Oktober	2,3	2,3	2,3
20. „	2,0	2,0	2,2
25. „	1,8	1,8	2,1
30. „	1,5	1,5	1,9
4. November	1,2	1,2	1,7
9. „	0,8	0,8	1,6

	100 ungereizte	90 ungereizte 1 gereizte	100 gereizte
16. Oktober	2,4	2,4	2,4
21. „	2,1	2,1	2,3
26. „	1,7	1,7	2,1
31. „	1,4	1,4	2,0
5. November	1,1	1,1	1,8
10. „	0,7	0,7	1,6

Man erzielt also mit der in 50, und auch noch mit der in 20 Wurzelspitzen enthaltenen Menge des Hemmungsstoffes dieselbe Wirkung, als ob man mit 100 lauter gereizten Spitzen gearbeitet hätte; noch Zusatz von 5 pCt. gereizten Spitzen wirkt sehr deutlich hemmend auf die Homogentisinsäureoxydation, nicht mehr aber 3 pCt. und 1 pCt. Die Grenze dürfte 4 pCt. bilden.

Die folgenden Versuche zeigen, dass sich der Hemmungskörper aus dem Brei zerriebener gereizter Wurzelspitzen mit Wasser auswaschen lässt und dass das Filtrat an seiner hemmenden Wirkung durch Kochen einbüsst.

	Brei aus 100 ungereizten Spitzen. Filtrat aus dem Brei von 50 ungereizten Spitzen. Zusatz von Homogentisinsäure. Gesamtvolum 80 *ccm*	Brei aus 100 ungereizten Spitzen. Filtrat aus dem Brei von 50 gereizten Spitzen. Zusatz von Homogentisinsäure. Gesamtvolum 80 *ccm*
18. Oktober	2,0	2,0
23. „	1,8	1,8
28. „	1,4	1,7
2. November	1,1	1,5
7. „	0,8	1,3
12. „	0,4	1,1

	Brei aus 100 ungereizten Spitzen. Gekochtes Filtrat aus dem Brei von 50 ungereizten Spitzen. Zusatz von Homogentisinsäure. Gesamtvolum 80 *ccm*	Brei aus 100 ungereizten Spitzen. Gekochtes Filtrat aus dem Brei von 50 gereizten Spitzen. Zusatz von Homogentisinsäure. Gesamtvolum 80 *ccm*
19. Oktober	2,0	2,0
24. „	1,8	1,8
29. „	1,5	1,6
3. November	1,2	1,3
8. „	0,8	0,9
13. „	0,5	0,5

	Brei aus 100 ungereizten Spitzen. Ausgewaschener Brei von 50 ungereizten Spitzen. Zusatz von Homogentisinsäure. Gesamtvolum 80 *ccm*	Brei aus 100 ungereizten Spitzen. Ausgewaschener Brei von 50 gereizten Spitzen. Zusatz von Homogentisinsäure. Gesamtvolum 80 *ccm*
20. Oktober	1,6	1,6
25. „	1,3	1,3
30. „	1,0	1,1
4. November	0,6	0,8
9. „	0,3	0,4

	Brei aus 100 ungereizten Spitzen. Ausgewaschener und gekochter Brei von 50 ungereizten Spitzen. Zusatz von Homogentisinsäure. Gesamtvolum 80 *ccm*	Brei aus 100 ungereizten Spitzen. Ausgewaschener und gekochter Brei von 50 gereizten Spitzen. Zusatz von Homogentisinsäure. Gesamtvolum 80 *ccm*
21. Oktober	1,6	1,6
26. „	1,3	1,3
31. „	1,0	1,0
5. November	0,7	0,6
10. „	0,4	0,3

Der Hemmungskörper lässt sich aber noch besser als durch blosses Auswaschen des Wurzelbreies auf dem Papierfilter in dem zellfreien Filtrate von Chamberlandfiltern erhalten. Zu diesem Zwecke wurden 200 Wurzelspitzen mit 5 *ccm* Wasser und Glaspulver möglichst fein verrieben und der dicke Brei bei 2 Atmosphären Druck durch eine Chamberlandkerze gepresst. Man erhält so ein ungefärbtes klares Filtrat. Mischt man gleiche Teile Filtrat aus ungereizten und gereizten Spitzen, so bleibt die Mischung auch nach längerem Stehen klar. Ein Präzipitin gereizter Wurzelspitzen lässt sich also auf diesem Wege nicht nachweisen; möglich, dass der Versuch mit ganz reinem Presssafte nach dem Buchner'schen Verfahren ein anderes Resultat ergeben wird.

Die Wirkung des Hemmungskörpers im Chamberlandfiltrate illustriert folgender Versuch:

	2 *ccm* Filtrat aus 100 ungereizten Spitzen. 20 *ccm* Homogentisinsäure	2 *ccm* Filtrat aus 100 gereizten Spitzen. 20 *ccm* Homogentisinsäure	2 *ccm* Filtrat aus 100 ungereizten Spitzen. 2 *ccm* Filtrat aus 100 gereizten Spitzen. Homogentisinsäurezusatz
25. Februar . . .	4,2	4,2	4,2
12. März	2,6	3,1	3,1

Dass der Alkoholniederschlag aus dem Filtrate des gereizten Wurzelspitzenbreies den Hemmungskörper enthält, kann ebenfalls gezeigt werden. Es wurden zur Herstellung des Präparates 200 geotropisch gereizte Spitzen zerrieben, mit wenig Wasser extrahiert, das Extrakt mit dem 20fachen Volum absoluten Alkohols versetzt; der entstandene Niederschlag, sobald er grossflockig geworden war, abfiltriert, rasch mit Alkohol gewaschen und vorsichtig auf dem Filter getrocknet. Im Kontrollversuche muss natürlich dieselbe Manipulation mit Brei aus ungereizten Spitzen vorgenommen werden.

	Brei aus 100 ungereizten Spitzen. Alkoholfällung aus 200 ungereizten Spitzen. Homogentisinsäurezusatz	Brei aus 100 ungereizten Spitzen. Alkoholfällung aus 200 gereizten Spitzen. Homogentisinsäurezusatz
16. November	2,3	2,3
20. „	2,0	2,1
26. „	1,6	1,9
1. Dezember	1,1	1,7
6. „	0,6	1,6

Die Untersuchungen von BUCHNER, CALMETTE, WASSERMANN und anderen Forschern haben erwiesen, dass die Wirkung der Antitoxine der Immunsera nicht auf einer Zerstörung des Toxins durch das Antitoxin beruhen kann, sondern auf eine Bindung beider Stoffe zurückgeführt werden muss. Man kann nämlich das Toxin durch Zerstörung des minder widerstandsfähigen Antitoxins beim Erwärmen wieder wirksam machen. Ein ähnlicher Gedankengang ist auch bei der Antioxydase gereizter Wurzelspitzen gegeben, und die folgende Versuchsreihe hatte den Zweck, auch in dieser Richtung die Analogie der Antioxydase mit anderen Antistoffen festzustellen.

Die Technik ist eine sehr einfache. Eine Digestionsprobe, hergestellt aus 100 ungereizten Spitzen und Homogentisinsäurezusatz, und eine andere Probe, aus 100 gereizten Spitzen und Homogentisinsäurezusatz bereitet, werden auf genau gleichen Titer gegen $^1/_{10}$ Normal-$AgNO_3$ gebracht und fünf Tage im Thermostaten stehen gelassen. Sobald sich bei der nachherigen Titrierung der Reizerfolg sicher herausgestellt hat; werden beide Proben im OSTWALD'schen Wasserthermostaten eine bestimmte Zeit auf bestimmte Temperatur gebracht, sodann in den Brutschrank zurückgestellt und von fünf zu fünf Tagen hinsichtlich des Effektes der Vorwärmung geprüft.

I. Vorwärmung auf 70° C. durch 1 Stunde.

	Ungereizte Spitzen	Gereizte Spitzen	
3. März	2,0	2,0	
8. „	1,6	1,8	Vorwärmung ausgeführt!
13. „	1,5	1,7	
18. „	1,5	1,7	

II. Vorwärmung auf 65° C. durch 1 Stunde.

15. März	2,1	2,1	
18. „	1,6	1,8	Vorwärmung ausgeführt!
23. „	1,6	1,8	
28. „	1,5	1,7	

III. Vorwärmung auf 68° C. durch 1 Stunde.

23. März	2,0	2,0	
28. „	1,6	1,7	Vorwärmung ausgeführt!
2. April	1,5	1,6	
7. „	1,5	1,6	

Man sieht, dass bei allen diesen Temperaturen sowohl Oxydase als Antioxydase binnen einer Stunde gänzlich unwirksam gemacht werden. Wir kommen aber bei 62° zur Grenze.

IV. Vorwärmung auf 62° C. durch 1 Stunde.

18. März	2,0	2,0	
23. „	1,6	1,7	Vorwärmung ausgeführt!
28. „	1,3	1,5	
2. April	1,0	1,2	
7. „	0,7	0,8	
18. „	keine Reduktion	keine Reduktion	

V. Vorwärmung auf 61° C. durch 1 Stunde.

	Ungereizte Spitzen	Gereizte Spitzen	
28. März	2,0	2,0	
2. April	1,6	1,8	Vorwärmung ausgeführt!
7. „	1,2	1,6	

VI. Vorwärmung auf 60° C. durch 2 Stunden.

8. März	2,0	2.0	
13. „	1,5	1.8	Vorwärmung ausgeführt!
18. „	1,1	1,6	
23. „	0,7	1,3	
28. „	0,3	1,0	

VII. Vorwärmung auf 60° C. durch 1 Stunde.

26. Februar	2,1	2,1
3. März	1,6	1,8
8. „	1,1	1,5
13. „	0,7	1,3

Während also bei 60° auch bei zweistündigem Erwärmen, sowie bei einstündigem Erwärmen auf 61° die Spitzenoxydase sowohl wie ihr Antiferment keinen Schaden leidet, sehen wir nach einer Vorwärmung auf 62° in der „ungereizten Probe“ normalen Verlauf, d. h. normales Verschwinden der Homogentisinsäure. Die Oxydase scheint also unberührt. Die „gereizte Probe“ demonstriert uns hingegen nicht den langsamen Abfall des Titers, wie sonst, sondern einen Abfall, welcher den Verhältnissen ungereizter Proben etwa entspricht. Dies lässt aber auf einen Wegfall der Hemmung und auf ein Unwirksamsein der Antioxydase schliessen. Wir können also sagen, dass die Antioxydase der gereizten Wurzelspitzen gegen Erhitzen deutlich empfindlicher ist als die Oxydase, und dass 62° binnen einer Stunde wohl das Antiferment, nicht aber die Oxydase unwirksam macht. Der Ausfall dieser Versuche lässt ferner darauf schliessen, dass die Wirkung der Antioxydase nicht etwa in einer Zerstörung der Oxydase besteht, sondern in einer Bindung zwischen Ferment und Antiferment, analog den Antitoxinwirkungen zu suchen sein dürfte. Spezielle Versuche lehrten auch, dass die Antioxydase auf die Tyrosinase und ihre Wirkung keinerlei Einfluss hat, so dass also die Homogentisinsäureansammlung in gereizten Wurzelspitzen nicht etwa in derartigen Vorgängen ihre Ursache haben kann.

Eine sehr wichtige Angelegenheit unserer Untersuchung ist die Frage nach der spezifischen Wirkung des gefundenen Antifermentes. Wie eingangs hervorgehoben, ist die gegenseitige Beeinflussung der Lab- und Antilabenzyme eine streng spezifische, und wir werden derartige Verhältnisse, wenn es sich tatsächlich um ein Gegenspiel zwischen Enzym und Antienzym handelt, wohl nirgends vermissen.

Die Spezifität der Antienzymwirkung tritt nun in der Tat auch in unserem Falle sehr schön zu Tage. Die Antioxydase aus geotropisch gereizten Wurzeln einer Pflanzenart wirkt wohl sehr gut hemmend auf die fermentative Homogentisinsäureoxydation im Hypokotyl oder Epikotyl derselben Pflanze, ferner auch auf die Homogentisinsäureoxydation in Wurzeln oder Sprossteilen systematisch nahe stehender Pflanzen, und zwar auf Gattungsgenossen stärker als auf Familiengenossen; sie wirkt aber nicht auf die Oxydation der Homogentisinsäure in systematisch ferner stehenden Pflanzen, wie aus den nachfolgenden Beispielen zur Genüge hervorgeht. In den Mischversuchen wurden in der Regel je 50 Exemplare der einen und der anderen Pflanze angewendet. Nähere Details sind wohl aus den Versuchsdaten selbst zu ersehen. Bemerkt sei nur, dass man bei der Untersuchung von Hypokotylen etc. auf die Gegenwart von Zucker Rücksicht nehmen muss, und nur den absoluten Alkoholextrakt oder Alkoholätherextrakt aus dem abpipettierten Flüssigkeitsquantum nach Aufnahme desselben mit Wasser uus dem Trockenrückstande mit Silberlösung titrieren darf.

I. Lupinus albus und Lupinus hirsutus, Keimwurzeln.

	50 unger. *albus* 50 ger. *hirsutus*	50 ger. *albus* 50 unger. *hirsutus*	50 ger. *albus* 50 unger. *albus*	50 ger. *hirsutus* 50 unger. *hirsutus*	50 unger. *albus* 50 unger. *hirsutus*
12. Februar	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
17. „	1,7	1,7	1,7	1,8	1,5
22. „	1,5	1,4	1,5	1,5	1,1
27. „	1,3	1,2	1,3	1,2	0,6

II. Lupinus albus, Wurzel und Hypokotyl.

	50 heliotr. Hypokotyle 50 ungereizte Wurzeln	50 geotrop. Hypokotyle 50 ungereizte Wurzeln	50 heliotr. Wurzeln 50 ungereizte Hypokotyle	50 geotrop. Wurzeln 50 ungereizte Hypokotyle
11. März	2,3	2,3	2,3	2,3
16. „	2,1	2,2	2,1	2,1
21. „	1,9	2,0	1,9	1,9
26. „	1,7	1,8	1,7	1,7

Der zweite Fall illustriert ausserdem das gleiche Verhalten des bei heliotropischer Reizung produzierten Antienzyms.

III. Vicia Faba und Lupinus albus, Keimwurzeln.

	100 unger. *Lupinus*	50 unger. *Lupinus* 50 geotr. *Lupinus*	50 unger. *Lupinus* 50 ger. *Faba*	50 unger. *Lupinus* 50 unger. *Faba*	50 unger. *Faba* 50 ger. *Lupinus*
23. Dezember . . .	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
28. „ . . .	1,6	1,8	1,6	1,6	1,8
3. Januar	1,1	1,6	1,2	1,1	1,5
8. „	0,6	1,3	0,8	0,7	1.2
13. „	0,2	1,0	0,6	0,3	1.0

IV. Lupinus albus und Zea Mays, Keimwurzeln.

	50 unger. *Lupinus* 50 geotr. *Lupinus*	50 unger. *Lupinus* 50 geotr. *Zea*	50 unger. *Zea* 50 geotr. *Zea*	100 unger. *Zea*	50 unger. *Zea* 50 geotr. *Lupinus*	50 geotr. *Zea* 50 geotr. *Lupinus*
31. Dezember . . .	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
4. Januar	1,7	1,5	1,7	1.5	1,5	1.6
9. „	1,5	1.2	1,5	1,2	1,2	1,4
14. „	1,3	0,9	1,2	0,8	0,9	1.2
19. „	1,0	0,6	1,0	0,5	0,6	1,0

V. Lupinus albus, Wurzel, und Avena, Keimscheide.

	100 unger. *Lupinus*	50 unger. *Lupinus* 50 geotr. *Lupinus*	50 unger. *Lupinus* 50 unger. *Avena*	50 unger. *Lupinus* 50 geotr. *Avena*	50 unger. *Lupinus* 50 heliotr. *Avena*
11. Januar	2,0	2,0	2,0	2,0	2.0
16. „	1,6	1,8	1,5	1,6	1,6
21. „	1,1	1,6	1,0	1 1	1,1
26. „	0,6	1,3	0,5	0,6	0,5

VI. Lupinus albus, Wurzel; Sinapis alba, Hypokotyl.

	100 unger. *Lupinus*	50 unger. *Lupinus* 50 unger. *Sinapis*	50 unger. *Lupinus* 50 geotr. *Sinapis*	50 unger. *Lupinus* 50 heliotr. *Sinapis*	50 geotr. *Sinapis* 50 heliotr. *Sinapis*
21. Januar	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
26. „	1,6	1,5	1,6	1.6	1,8
31. „	1,1	1,0	1,1	1,1	1,5
5. Februar	0,6	0,5	0,6	0,6	1.1
10. „	0,2	0,2	0 2	0,2	0,7

VII. Lupinus albus und Cucurbita Pepo: Wurzeln.

	50 unger. *Lupinus* 50 geotr. *Cucurbita*	50 geotr. *Lupinus* 50 unger. *Cucurbita*	50 geotr. *Lupinus* 50 unger. *Lupinus*	50 geotr. *Cucurbita* 50 unger. *Cucurbita*	50 unger. *Lupinus* 50 unger. *Cucurbita*
10. Februar	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
15. „	1,6	1,6	1,8	1,7	1,5
20. „	1,1	1,1	1,6	1,5	1,0
25. „	0,7	0,7	1,3	1,3	0,6

VIII. Cucurbita Pepo: Wurzel und Hypokotyl.

	50 heliotr. Hypokotyle 50 unger. Wurzeln	50 geotr. Hypokotyle 50 unger. Wurzeln	50 heliotr. Wurzeln 50 unger. Hypokotyle	50 geotr. Wurzeln 50 unger. Hypokotyle
1. März	2,0	2,0	2,0	2,0
6. „	1,7	1,7	1,6	1,7
11. „	1,5	1,5	1,4	1,5
20. „	1,1	1,2	1,0	1,1

IX. Cucurbita Pepo und Cucumis Melo: Wurzeln.

	50 unger. *Pepo* 50 geotr. *Melo*	50 geotr. *Pepo* 50 unger. *Melo*	50 geotr. *Pepo* 50 unger. *Pepo*	50 geotr. *Melo* 50 unger. *Melo*	50 unger. *Pepo* 50 unger. *Melo*
30. März	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
4. April	1,8	1,8	1,8	1,8	1,6
17. „	1,1	1,1	1,2	1,1	0,5

X. Lupinus albus und Phaseolus multiflorus: Wurzeln.

	50 unger. *Lupinus* 50 geotr. *Phaseolus*	50 geotr. *Lupinus* 50 unger. *Phaseolus*	50 geotr. *Lupinus* 50 unger. *Lupinus*	50 geotr. *Phaseolus* 50 unger. *Phaseolus*	50 unger. *Lupinus* 50 unger. *Phaseolus*
14. Februar	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
19. „	1,8	1,8	1,9	1,8	1,6
24. „	1,5	1,5	1,6	1,5	1,1
1. März	1,2	1,2	1,3	1,3	0,6

Diese Beispiele dürften zur Genüge die streng spezifische Wirkung der Antioxydasen bei verschiedenen Pflanzen bezeugen. Da es bisher im Pflanzenreiche keinen ähnlichen Beweis für die Eigenart von Enzymen bestimmter Wirkungsweise bei bestimmten Pflanzen gab, so ist diese Versuchsreihe auch aus anderen Gründen von allgemeinerem Interesse, indem sie zeigt, dass weder die Homogentisinsäure oxydierenden Fermente, noch deren Antifermente bei Pflanzen, die einander nicht nahe verwandt sind, identisch sind. Es ist nicht ausgeschlossen, dass auch die Systematik unter Umständen von diesen Verhältnissen Nutzen ziehen kann, so wie es in jüngster Zeit durch die Präzipitinreaktion des Blutserums gelungen ist zu zeigen, dass die Anthropoiden den Menschen näher verwandt sein müssen als die katarrhinen Affensippen. Diesbezügliche Versuche bei Pflanzen sind ja an Keimwurzeln oder Keimstengeln sehr leicht anzustellen. Chemisches Interesse kommt unseren Versuchen auch deshalb zu, weil gezeigt wird, dass die Wirkung des Antienzyms nicht etwa darin bestehen kann, dass es der Oxydase den Sauerstoff wegnimmt und so die Oxydation hintanhält. Es ist vielmehr allem Anscheine nach wirklich eine direkte Beschlagnahme der Oxydase durch das Antienzym, also eine direkte gegenseitige Wirkung der Enzyme aufeinander gegeben.

Herrn RUDOLF BERTEL, Assistenten meines Laboratoriums, sage ich für seine sorgfältige Hilfe bei der Ausführung zahlreicher Versuche meinen besten Dank.

31. F. Czapek: Stoffwechselprozesse bei hydrotropischer und bei phototropischer Reizung.

Eingegangen am 17. April 1903.

Die vorliegende Mitteilung hat den Zweck, darauf aufmerksam zu machen, dass sich bei hydrotropischen und phototropischen Reizvorgängen ganz analoge Stoffwechselvorgänge im sensiblen Organ abspielen, wie sie von mir für Geotropismus konstatiert wurden[1]): Vermehrung der normal in solchen Organen allenthalben verbreitet vorkommenden Homogentisinsäure und Auftreten eines der normalen fermentativen Homogentisinsäureoxydation hemmend entgegenwirkenden Antifermentes. Für den Hydrotropismus wurde dieser Beweis vorläufig nur für ein ausgesucht günstiges Objekt: die Keimwurzeln von kleinsamigen Maissorten erbracht. Die Versuchsanordnung, welche eingeschlagen wurde, um mit Sicherheit 100 und mehr Wurzeln hydrotropisch zu reizen, war folgende. In einen Glasschrank mit seitlich angebrachten Schubtüren, wie er als „steriler Kasten" zum Abimpfen bei mikrobiologischen Arbeiten Verwendung findet, wurde ein Holzgestell in der Nähe der Hinterwand angebracht. Dieses Holzgestell trug auf seiner oberen Fläche ein kuvettenartiges Gefäss, welches als Wasserbehälter diente und einen breiten Filtrierpapierstreifen eingetaucht erhielt, welcher als nasse Fläche auf die Hinterwand des Glasschrankes hinübergeleitet wurde und so als Wassersaugvorrichtung fungierte. Unter dem Wasserbehälter besass das Holzgestell mehrere etagenförmig angeordnete, mit Bohrungen versehene Leisten, welche zum Befestigen der Maiswurzeln dienten. Vermittelst verschieden weiten Offenhaltens der seitlichen Türen erreichte man es leicht, dass die Luftfeuchtigkeit in der Nähe der etwa 0,5 *cm* von der nassen Fläche entfernten Wurzeln etwa 75 pCt. betrug, so dass das Optimum für die hydrotropische Reizung erhalten wurde. Ein kleines Haarhygrometer im Kasten muss stetig die Feuchtigkeit kontrollieren lassen. Bei 19—20° C. zeigten unsere Maiswurzeln etwa nach 3—4 Stunden deutlichen Krümmungsbeginn. Um die in Frage stehenden Stoffwechselprozesse nachzuweisen, wurden die Wurzeln aber schon nach 2 Stunden, vor Eintritt der Krümmung herausgenommen, und nur einige Wurzeln an verschiedenen Stellen der Befestigungsvorrichtung als Kontrolle stattgehabter Reizung belassen.

1) CZAPEK, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. **20**, 464 (1902).

Die angewendeten analytischen Methoden waren dieselben wie die in meinen früheren Mitteilungen angegebenen, und ich brauche diesbezüglich hier nichts zu bemerken.

Versuch I. Am 18. März wurden in der beschriebenen Weise 50 Maiswurzeln hydrotropisch durch $2^1/_2$ Stunden induziert. Zimmertemperatur 19—20° C. Kastentemperatur 16,5—17° C. Kastenfeuchtigkeit 75—77 pCt. Die abgeschnittenen Wurzelspitzen wurden in 15 *ccm* Wasser verrieben. Zu je 10 *ccm* dieser Probe und einer Kontrollprobe aus ungereizten Wurzeln wurden verbraucht 1,1 *ccm* und 1,0 *ccm* $^1/_{10}$ Normal-$AgNO_3$. Von 5 im Kasten verbliebenen Wurzeln wiesen nach 4 Stunden 3 eine deutliche hydrotropische Krümmung auf.

Versuch II. Digestionsmethode: Zimmertemperatur bei der Reizung 19°. Kastentemperatur 17°. Kastenfeuchtigkeit 73—76 pCt. Reizungsdauer $2^1/_2$ Stunden. Die zerriebenen Wurzelspitzen unter Homogentisinsäurezusatz in Chloroformwasser in üblicher Weise bei 28° digeriert; alle 5 Tage 5 *ccm* der Flüssigkeit entnommen und mit $AgNO_3$ titriert. Die Zahlen sind die zu diesen 5 *ccm* verbrauchten *ccm* $^1/_{10}$ $AgNO_3$.

	50 ungereizte Wurzeln	50 gereizte Wurzeln
19. März	2,0	2,0
24. März	1,5	1,6
29. März	1,1	1,4
3. April	0,7	1,1

Versuch III. Zur Kontrolle: Alles so wie in Versuch II, nur wurden die Kastentüren geschlossen und so 100 pCt. Feuchtigkeit hergestellt. Kontrollwurzeln alle ungekrümmt.

	50 Kontrollwurzeln	50 Wurzeln im Kasten
20. März	2,0	2,0
25. März	1,6	1,6
30. März	1,1	1,1
4. April	0,6	0,6 also keine Differenz

Versuch IV. Digestion: Zimmertemperatur 18°. Kastentemperatur 17°. Kastenfeuchtigkeit 74 pCt. Reizungsdauer 2 Stunden. — 5 Kontrollwurzeln reagierten sämtlich.

	50 ungereizte Wurzeln	50 gereizte Wurzeln
22. März	2,0	2,0
27. März	1,6	1,8
1. April	1,1	1,6
6. April	0,6	1,3

Diese Erfahrungen mögen hinreichen, um den Beweis für die Analogie der beim Hydrotropismus zu beobachtenden Erscheinungen

mit den Stoffwechselprozessen in geotropisch gereizten Wurzeln zu liefern.

Untersuchungen über einzelne Fragen, die sich an diese Grunderscheinungen anschliessen, sollen den Gegenstand späterer Mitteilungen bilden.

Ich will mich hier noch einigen einschlägigen Erscheinungen auf dem Gebiete des Heliotropismus zuwenden. Schon in meiner letzten Mitteilung konnte ich zeigen, dass phototropisch gereizte *Avena*-Keimscheiden, *Sinapis*-Hypokotyle ebenso wie geotropisch induzierte Wurzelspitzen die von mir aufgefundenen Veränderungen aufweisen.

Die nachfolgenden Versuche zeigen nochmals den Fortgang der Homogentisinsäureoxydation in ungereizten, heliotropisch gereizten und geotropisch gereizten Objekten. Die Zahlen sind wiederum die 5 *ccm* des Digestionsgemisches entsprechende Zahl *ccm* $^1/_{10}$ Normal-Ag NO_3. Die heliotropische Reizung geschah durch 30 Minuten lange einseitige Beleuchtung mit einer nicht abgeblendeten Auerflamme in 120 *cm* Distanz in der Dunkelkammer bei 17—18° C; die geotropische Reizung durch Horizontallegen in der Dunkelkammer durch 30 Minuten. In beiden Fällen sind die Objekte nach Beendigung der Induktion ungekrümmt.

1. *Avena*-Keimlinge 3 *cm* lang. Gesamtvolumen der Probe 70 *ccm*.

	100 unger.	100 geotr.	50 unger. 50 geotr.	50 unger. 50 heliotr.	50 geotr. 50 heliotr.
7. Januar. . .	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
12. Januar. . .	1,5	1,8	1,8	1,8	1,8
17. Januar. . .	1,0	1,6	1,5	1,6	1,6
22. Januar. . .	0,6	1,3	1,2	1,3	1,4
27. Januar. . .	0,3	1,0	0,9	1,0	1,1

2. *Sinapis alba.* Zur Herstellung der Proben wurden die Kotyledonen abgeschnitten und 1,5 *cm* der Hypokotyle benutzt. Flüssigkeitsvolum 70 *ccm*.

	100 unger.	100 geotr.	50 unger. 50 geotr.	50 unger. 50 heliotr.
20. Januar	2,1	2,1	2,1	2,1
25. Januar	1,6	1,8	1,8	1,8
30. Januar	1,1	1,6	1,5	1,6
4. Februar. . . .	0,6	1,3	1,3	1,3
9. Februar. . . .	0,3	1,0	1,0	1,0

3. *Cucurbita Pepo*, Hypokotyl, 2—3 *cm* lang. Induktion durch fünfstündige Exposition in einseitig einfallendem mässigen Tageslicht bei 19—20°. Zu je 10 *ccm* filtriert wurden verbraucht bei

ungereizten Objekten	gereizten Objekten
2,0	2,3 *ccm* $^1/_{10}$ N.-Ag NO_3

Von grossem Interesse ist, dass Wurzeln, obwohl negativ heliotropische Krümmungen (selbst unter Anwendung des Klinostaten) relativ sehr selten zu erreichen sind, ganz allgemein auf einseitige Beleuchtung durch die in Rede stehenden Stoffwechselvorgänge reagieren, ohne dass eine Krümmung nachfolgen würde.

Als Beispiel diene ein Versuch mit *Vicia Faba*. Die zu induzierenden Wurzeln kamen in einen Keimkasten mit seitlichen Glaswänden reihenweise an die Glaswand anliegend und auf dieser Seite von Erde entblösst zu liegen und wurden so einseitig belichtet. Die Kontrollobjekte waren in der Mittellinie des Keimkastens allseitig von Erde umgeben angeordnet. Reizung 4 Stunden durch Auerbrenner in 2 *m* Distanz.

	Ungereizt	Gereizt	(je 70 Wurzeln, Gesamtflüssigkeitsvolum 80 *ccm*)
18. Februar	2,1	2,1	
23. Februar	1,6	1,9	
28. Februar	1,1	1,6	
5. März	0,6	1,3	
10. März	0,2	1,0	

Der gleiche Effekt gelang mit allen Keimwurzeln, die zur Untersuchung kamen. Dass es sich nicht etwa um Thermotropismus handelt und dass allseitige Belichtung den bewussten Effekt nicht hervorruft, wird in ausführlicher Weise Herr R. Bertel zeigen, welchem ich den auf Heliotropismus bezüglichen Teil unserer Studien übergeben habe. Derselbe wird auch über Einfluss von Lichtintensität, Lichtfarbe usw. berichten.

Die interessante Frage, ob das bei phototropischer Reizung auftretende Antienzym von der Antioxydase bei geotropischer Induktion verschieden ist, was ja nicht unmöglich wäre, liess sich bis jetzt nicht entscheiden. Jedenfalls ist in beiden Fällen die Wirkung auf die Oxydase dieselbe, und die Antienzyme in Mischproben aus geo- und heliotropischen Keimlingen (siehe oben *Avena*) beeinträchtigen einander in der Wirkung nicht nachweislich.

32. R. Bertel: Über Homogentisinsäure.

Eingegangen am 17. April 1903.

Auf die in diesen Berichten (1903, Bd. XXI, Heft 2, S. 89—91) enthaltene Prioritätsreklamation von GONNERMANN, welche meine vorläufige Mitteilung „Über Tyrosinabbau in Keimpflanzen“ (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1902, Bd. XX, Heft 8, S. 454—463) zum Gegenstande hat, erlaube ich mir im nachstehenden folgendes zu erwidern.

Die Untersuchungen GONNERMANN's über das Auftreten der Homogentisinsäure in Pflanzen und deren Entstehung aus Tyrosin sind mir schon zu Beginn meiner Arbeit bekannt gewesen, und ich habe in meiner vorläufigen Mitteilung (l. c., S. 461) die Befunde GONNERMANN's über die Homogentisinsäure in Rübensäften entsprechend hervorgehoben[1]).

Es kann daher durchaus nicht davon die Rede sein, dass ich die Priorität GONNERMANN's bezüglich des Vorkommens der Homogentisinsäure bei Phanerogamen in Zweifel gezogen habe, oder dass ich nichts von seinen Arbeiten wusste.

Wie meiner vorläufigen Mitteilung leicht entnommen werden kann, bildet nicht der nochmalige Nachweis des fermentativen Tyrosinabbaues und der Entstehung von Homogentisinsäure aus Tyrosin bei *Lupinus albus* den Hauptgegenstand meiner Arbeit, sondern es sollte wohl auf die Allgemeinheit dieser biochemischen Erscheinung hingewiesen werden, aber ausserdem das Schicksal der Homogentisinsäure im Pflanzenorganismus näher aufgeklärt werden. Es ist mir auch tatsächlich gelungen, nachzuweisen, dass die Homogentisinsäure nicht das Endprodukt des Tyrosinabbaues ist, wie die Untersuchungen GONNERMANN's anzunehmen schienen. Wenigstens spricht GONNERMANN nicht davon, dass die Homogentisinsäure, respektive deren intensiv gefärbtes Oxydationsprodukt weiter verändert wird.

Über das entstehende aromatische kristallisierbare Abbauprodukt der Homogentisinsäure werde ich in meiner ausführlicheren Arbeit noch nähere Mitteilungen machen.

Ausserdem ist eine zweite Aufgabe meiner Arbeit gewesen, die Lokalisation der einzelnen Abbauprodukte des Tyrosinstoffwechsels

1) Vergl. auch F. CZAPEK: Stoffwechselprozesse in der geotropisch gereizten Wurzelspitze und in phototropisch sensiblen Organen (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1902, Bd. XX, Heft 8, S. 465).

festzustellen und speziell bei den Keimlingen von *Lupinus albus* den Sitz des Tyrosins, der Tyrosinase, der Homogentisinsäure und des Oxydationsproduktes der letzteren näher zu eruieren.

Zum Schlusse gestatte ich mir meiner Verwunderung Ausdruck zu geben, wie es GONNERMANN möglich war ganz zu übersehen, dass ich über seine Arbeiten in einem speziellen kurzen Absatze meiner vorläufigen Mitteilung referiert habe. Ich möchte es jedenfalls als wünschenswert bezeichnen, dass ein Autor, der eine Prioritätsreklamation beabsichtigt, erst die von ihm einer Kritik zu unterziehende Arbeit mit Aufmerksamkeit durchliest und nicht vor allem auf Referate Bezug nimmt, wie ich es von GONNERMANN voraussetzen muss, weil er aus einem Referat über meine Arbeit im chemischen Centralblatt (1903, I, Nr. 3, S. 178) einen Satz wörtlich in gesperrter Schrift reproduziert, aber aus meiner Originalarbeit kein Citat anführt.

33. P. Magnus: Ein von F. W. Oliver nachgewiesener fossiler parasitischer Pilz.

Eingegangen am 23. April 1903.

In der englischen botanischen Zeitschrift „The New Phytologist", Vol. II, Nr. 3 (März 1903), S. 49—53, weist F. W. OLIVER auf einige an den Blättern fossiler Pflanzen auftretende Bildungen hin, die er auf Grund seiner genauen, durch instruktive Abbildungen erläuterten Untersuchungen als pilzliche erklärt. Mich interessieren vor allem die von ihm auf den Fiedern von *Alethopteris aquilina* (Schloth.) Goepp. nachgewiesenen Parasiten. Auf der Unterseite der Fiedern treten kugelige, etwas hervorragende Höhlungen auf, die mit starker Wandung versehen sind und zahlreiche kleine, Sporen ähnliche, ziemlich kugelige Körper enthalten. Die Wand ist, wie gesagt, stark verdickt und scheint die benachbarten Parenchymzellen flach zusammengedrückt zu haben. In einem Falle, der auch abgebildet ist, beobachtete OLIVER, dass die sporenähnlichen Körper an den Enden dünner Hyphen sassen, die von der dicken Wandung der Höhlung ausgehen, oder besser gesagt, an der dicken Wandung der Höhlung sitzen. Die sporenähnlichen Körper sind nicht ganz kugelig; ihr

längerer Durchmesser ist ungefähr 16 μ. Ihre Wand ist bedeckt mit zahlreichen winzigen Erhebungen.

OLIVER hebt mit Recht hervor, dass alle Charaktere auf die pilzliche Natur der Bildungen hinweisen, will aber über die Verwandtschaft des Pilzes kein Urteil abgeben.

Mich erinnern diese Bildungen sehr lebhaft an eine Art der Gattung *Urophlyctis*, die auf Umbelliferen auftritt und die ich *Urophlyctis Kriegeriana* genannt habe. Ich habe sie am eingehendsten beschrieben in den Annals of Botany, Vol. XI, S. 89—91, und sie ist abgebildet auf Taf. VII, Fig. 1—13. Sie bildet eine kugelige, hervorragende Galle, in die die stark vergrösserte kugelige dickwandige Wirtszelle völlig eingesenkt ist, an deren starker Wandung die zarten Hyphen sitzen, welche die Sporen tragen. In allen diesen Beziehungen stimmen die von OLIVER beobachteten „pockets that contain numerous small sporelike bodies“ völlig mit *Urophlyctis Kriegeriana* überein. Auch zeigt eine der in der Fig. 4 von OLIVER abgebildeten Sporen die für *Urophlyctis* charakteristische Abflachung der Sporen an der Seite, mit der sie der Hyphe aufsitzt, und lässt sogar dort einen nabelförmigen Eindruck erkennen, wie ich ihn l. c. für viele *Urophlyctis*-Sporen abgebildet habe. Hingegen waren die zartwandigen Antheridien oder Nebenzellen (wie sie BÜSGEN und ALFR. FISCHER nennen), die der abgeflachten Nabelseite der Sporen von *Urophlyctis* anliegen, nicht nachzuweisen. Vielleicht haben sie sich wegen ihrer Zartwandigkeit und Kleinheit nicht erhalten. Da die sporelike bodies nur ungefähr 16 μ Durchmesser haben, während die Sporen von *Urophlyctis Kriegeriana* P. Magn. 43 μ Durchmesser haben, so möchten die Antheridien oder Nebenzellen des OLIVER'schen Pilzes auch noch kleiner als die der heutigen *Urophlyctis*-Arten gewesen sein.

Aus alledem geht hervor, dass der von F. W. OLIVER in den Fiedern von *Alethopteris aquilina* (Schlotheim) Goepp. nachgewiesene Pilz in seinem Aufbau, soweit er von OLIVER nachgewiesen ist, sehr nahe der Gattung *Urophlyctis* stehen möchte. OLIVER hat voller Bescheidenheit unterlassen ihn zu benennen. Ich stehe nicht an, ihn als nahe verwandt der Gattung *Urophlyctis* Schroet. zu bezeichnen und nenne die Gattung *Urophlyctites*, während ich die von F. W. OLIVER nachgewiesene und in ihrem Aufbau dargelegte Art als *Urophlyctites Oliverianus* P. Magn. bezeichne. Das ausserordentliche Interesse, das das Auftreten eines der Gattung *Urophlyctis* nahe verwandten Organismus in der Steinkohlen-Epoche hat, brauche ich nicht noch besonders hervorzuheben. Die Gattung *Urophlyctis* dürfte danach ein sehr hohes Alter haben.

In demselben Artikel bespricht OLIVER einige blasenartige Bildungen, die er auf Samen von *Polylophospermum* und *Stephanospermum* beobachtet hat und möchte sie für Chytridiaceen ansprechen,

die der von RENAULT und BERTRAND beschriebenen fossilen Chytridiacee *Grilletia Sphaerospermii* verwandt sind. OLIVER möchte sie heutigen mit einem Deckel aufspringenden Chytridiaceen vergleichen. Doch scheint mir mit OLIVER die Verwandtschaft dieser Bildungen noch zweifelhaft. Namentlich die Mittellinie oder der Mittelspalt des sogenannten Deckels hat nichts Analoges in heutigen Chytridiaceen.

Sitzung vom 29. Mai 1903.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Graf von Arnim-Schlagenthin, auf **Nassenheide** in Pommern, Station der Kleinbahn Stoeven-Stolzenburg (durch CARL MÜLLER und L. KNY),

Ball, Dr. **O. Melville**, in **Batesville**, Virginia (U. S. A.) (durch PAUL KLEMM und H. MIEHE),

Fritsch, Dr. **E. F.**. Assistant in the Botanical Department, **London, W. C.** (durch K. GOEBEL und F. W. O. OLIVER),

Nabokich, **Alexander**, aus **Nowo-Alexandria** (Russland), z. Z. **Berlin**, Botanisches Institut der königl. Landwirtschaftlichen Hochschule (durch L. KNY und W. MAGNUS).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind ernannt die Herren:

Poulsen, Dr. **Viggo**, Professor in **Kopenhagen**,
Haussner, Dr. **R.**, Professor in **Karlsruhe**.

Der Vorsitzende gibt der Gesellschaft Kunde von dem am 1. Mai d. J. erfolgten Ableben ihres ordentlichen Mitgliedes, des Herrn

Dr. **Maximilian Westermaier**,

ordentl. Professors der Botanik an der Universität Freiburg i. Schweiz. Der Heimgegangene gehörte unserer Gesellschaft seit ihrer Begründung an; sie wird ihm ein ehrendes Andenken bewahren. Im Anschluss an die warm empfundenen Gedächtnisworte des Vorsitzenden erhoben sich die in der Sitzung Anwesenden zur Ehrung des Verstorbenen von ihren Sitzen.

Mitteilungen.

---

34. N. A. Maximow: Über den Einfluss der Verletzungen auf die Respirationsquotienten.

Eingegangen am 6. Mai 1903.

Bekanntlich ruft die Verletzung der Pflanze in derselben eine Reihe verschiedenartiger Prozesse hervor. Besonders gut lassen sich diese Prozesse bei fleischigen, an Vorratsstoff reichen Organen beobachten. So z. B. ergaben HETTLINGER's[1]) und ZALESKI's[2]) Versuche eine energische Synthese der Eiweissteile; KORCHOFF[3]) wies nach, dass die Nucleoproteïde, d. h. die unverdaubaren Eiweissstoffe, gleichfalls synthetisiert werden, gleichviel, ob ihre Menge nach dem Stickstoffgehalt oder nach dem Phosphorgehalt bestimmt wurde. Schliesslich hat SMIRNOFF[4]) die bereits aus den Arbeiten von STICH[5]) und RICHARDS[6]) bekannte, nach eingetretener Verletzung gesteigerte Atmungstätigkeit nachgewiesen, wobei er die Beobachtung machte, dass diese erhöhte Atmungsenergie nur bei Luftzutritt wahrnehmbar ist. In der Wasserstoffatmosphäre war keine Veränderung der intramolekularen Atmung wahrzunehmen. Es fand auch keine Synthese der Eiweissstoffe statt.

Auf diese Weise liegen indirekte Hinweise dafür vor, dass die Verletzungen einen erhöhten Oxydationsprozess zur Folge haben.

Auf Veranlassung des Herrn Prof. PALLADIN hatte ich es mir zur Aufgabe gestellt, behufs direkter Versuche festzustellen, ob in der Tat nach stattgefundener Verletzung eine erhöhte Absorption von Sauerstoff wahrzunehmen ist, was sich durch ein Fallen des Respirationsquotienten offenbaren würde.

Diese Frage war schon in den oben angeführten Arbeiten von STICH und RICHARDS behandelt worden; leider widersprechen sich die Data der beiden Autoren. STICH erhielt bei vier Versuchen ein

---

1) HETTLINGER, Revue générale de Botanique, XXIII, 1901.

2) ZALESKI, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, S. 331.

3) KORCHOFF, Revue générale de Botanique 1902, S. 449, und Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1903.

4) S. SMIRNOFF, Revue générale de Botanique 1903, S. 26.

5) C. STICH, Flora 1891, S. 15.

6) RICHARDS, Annals of Botany 1896, Bd. X, S. 531; cf. ebenfalls PFEFFER, Ber. der Sächs. Gesellsch. der Wissensch. 1896, S. 384.

starkes Fallen der Respirationsquotienten (in einem derselben sogar bis zu 0,19!). RICHARDS dagegen hat bei seinen 15 Versuchen eine solche Wirkung nicht beobachtet; seine Versuche rufen indessen, trotz all ihrer Genauigkeit, einen gewissen Zweifel hervor, und zwar in folgendem Punkt:

Der Respirationsquotient der unverletzten Organe ist bei ihm ein allzu niedriger (bei den Kartoffelknollen 0,36, 0,46, 0,45, 0,56), und ein noch weiteres Sinken solch niedriger Quotienten wäre kaum zu erwarten. Noch grössere Zweifel werden aber in uns wach, wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf die geringen Mengen von CO_2 richten, mit denen RICHARDS manipuliert hatte. Nicht selten war der Sauerstoffgehalt bloss 0,37, 0,40 pCt. Auf diese Weise berechtigen uns RICHARDS' Versuche nicht dazu, diese Frage als gelöst zu betrachten. Dass es in der Tat so ist, können wir daraus ersehen, dass ZALESKI[1]) bei seinen Betrachtungen über die Wichtigkeit des Sauerstoffes bei Reaktionen gerade STICH's Data und nicht die von RICHARDS angeführten annimmt. Ausserdem weisen sowohl STICH's, als auch RICHARDS' Arbeiten einen merklichen Mangel auf. Bei der Berechnung der Analyse haben beide Autoren, ausgehend von der Annahme, dass in normaler Luft der Sauerstoffgehalt 20,8 pCt. gleich kommt, einfach darnach den Prozentgehalt des durch Kaliumpyrogallat absorbierten Sauerstoffes subtrahiert und nahmen die dabei erhaltene Zahl für den Prozentgehalt des durch die Pflanze absorbierten Sauerstoffes an. Sie liessen dabei aber die bei der Atmung (Quotient $\gtrless 1$) eintretende Volumveränderung ausser acht, die bisweilen eine recht bedeutende ist; infolge dessen verlangen alle ihre Analysen eine Umrechnung nach der bekannten Formel $a = cq - b$, bei welcher a den Prozentgehalt des durch die Pflanze absorbierten O_2, c den Prozentgehalt des Stickstoffs, b den Prozentgehalt des von Pyrogallat absorbierten O_2 und q $\frac{20,8}{79,2} = 0,26263$[2]) bezeichnet. Wie gross der Unterschied sein kann, ergeben folgende Beispiele:

STICH, l. c. S. 57, III. Versuch, führt an:

Unverletzte	0,71, umgerechnet.	0,54
	0,39, „	0,35

RICHARDS, l. c. S. 579, 42. Versuch:

RICHARDS' Zahlen	0,71	0,97	0.65	0,70	0,75	0,70
Umgerechnet	0,66	0,98	0,60	0,53	0,70	0,65

Zu meinen Untersuchungen hatte ich die Zwiebeln von *Allium Cepa* und die Knollen von *Solanum tuberosum* benutzt. Das Versuchs-

1) ZALESKI, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, S. 331.

2) BONNIER et MANGIN, Annales des sciences naturelles, VI. série, XIX. tome, 1884.

objekt wurde entweder in ein mit Quecksilber abgesperrtes Reagensglas oder in einen Glasbehälter mit einem Gummipfropfen gebracht. welch letzterer oben gleichfalls mit Quecksilber übergossen wurde. In allen Fällen war jedoch der Luftabschluss ein vollkommener. In dem Zeitraum zwischen den einzelnen Bestimmungen befand sich das Versuchsobjekt in einer feuchten Kammer. Die Gasanalyse wurde von mir auf dem POLOWZOW'schen[1]) Apparat vollzogen, wobei ich bei den letzten Versuchen die von RICHTER[2]) in Vorschlag gebrachte Änderung vorgenommen hatte, die nämlich darin besteht, dass man, anstatt den Sauerstoff durch Pyrogallat absorbieren zu lassen, eine Explosion mit Wasserstoff hervorruft, was zur Folge hatte, dass der Unterschied zwischen den beiden Parallelbestimmungen niemals 0,05 pCt. überstieg; das Minimum, mit dem ich operierte, war nicht weniger als 1,5—2 pCt. In der normalen Luftzusammensetzung wurde als Durchschnittszahl vieler Analysen 20,80 pCt. O_2 und 79,20 pCt. N_2 angenommen.

I. Versuche mit Allium Cepa.

1. Versuch. Eine Zwiebel von *Allium Cepa* wurde in kleine Teile zerschnitten und ein Viertel dieser Masse sofort nach der Verletzung in ein Reagensglas gebracht.

Versuchsdauer	Prozent CO_2	Prozent O_2	Prozent N_2	$\frac{CO_2}{O_2}$
16. Oktober, 11–12 Uhr vormittags . . .	1,51	19,51	78,98	1,22
16. „ 2–4 Uhr nachmittags . . .	2,14	18,47	79,39	0,90
17. „ 11–1 Uhr	2,44	17,64	79,92	0,73
18. „ 11–1 Uhr	2,86	16,84	80,30	0,67
19. „ 12–2 Uhr	3,09	16,96	79,95	0,76
20. „ 12–3,30 Uhr	5,67	13,28	81,05	0,71
21. „ 12–4 Uhr	7,58	11,38	81,04	0,77
22. „ 12–6 Uhr	8,71	10,26	81,03	0,79
23. „ 11–6 Uhr	9,15	9,79	81,06	0,80
25. „ 14–4 Uhr	4,99	14,51	80,50	0,75

2. Versuch. Eine Zwiebel wurde in kleine Stücke zerschnitten und ein Drittel derselben sofort nach stattgefundener Verletzung in ein Reagensglas gebracht.

1) POLOWZOW, Mémoires de l'Acad. des Sciences de St. Pétersbourg VIII, t. XII, Nr. 7, 1901, russisch.

2) A. RICHTER, Travaux de la Soc. de Nat. de St. Pétersbourg, Séance 18. déc. 1902, russisch.

Versuchsdauer	Prozent CO_2	Prozent O_2	Prozent N_2	$\frac{CO_2}{O_2}$
16. Oktober, 11—12 Uhr	2,32	18,72	78,96	1,15
17. „ 11—1 Uhr	4,08	14,73	81,19	0,62
18. „ 11-1 Uhr	3,51	16,10	80,39	0,70
19. „ 12—2 Uhr	2,60	16,30	81,10	0,52 (?)
20. „ 12—3,30 Uhr	5,68	13,39	80,93	0,72
21. „ 12—4 Uhr	7,50	11,47	81,03	0,76
22 „ 12—6 Uhr	8,98	9,41	81,61	0,75
23. „ 11—6 Uhr	10,75	6,74	82,51	0,72

Am 24. Oktober um 12 Uhr mittags wurde jedes Stück wiederum in drei Teile geteilt.

24. Oktober, 12—3 Uhr	4,07	15,08	80,85	0,66
26. „ 12—6 Uhr	7,74	11,02	81,24	0,75
28. „ 11—6 Uhr	8,12	10,68	81,20	0,76
30. „ 12—5 Uhr	5,98	13,32	80,70	0,76

3. Versuch. Eine Zwiebel wurde unverletzt in ein grosses Reagensglas verschlossen.

4. Nov. 6 Uhr nachm. bis 5. Nov. 10 Uhr vorm.	4,41	15,66	73,93	0,83
6. „ 4 Uhr nachm. bis 7. „ 12 Uhr vorm.	4,69	15,42	79,89	0,84

Am 8. November 10 Uhr vormittags wurde dieselbe in kleine Stücke geteilt und ein Viertel derselben in ein Reagensglas verschlossen.

8. November, 10—12 Uhr	2,87	17,83	79,30	0,96
8. „ 12,30—2,30 Uhr	2,75	16,72	80,53	0,62
9. „ 12—2 Uhr	3,45	15,91	80,64	0,65
10. „ 12—4 Uhr	10,55	7,26	82,19	0,74
11. „ 12—6 Uhr	—	—	—	—
12. „ 12—5 Uhr	11,00	6,59	82,41	0,73
13. „ 12—6 Uhr	13,26	4,05	82,69	0,75

4. Versuch. Ein zweites Viertel derselben Zwiebel, die schon im 3. Versuch benutzt war.

8. November, 10—12 Uhr	2,53	18,12	79,35	0,93
8. „ 12,30—2,30 Uhr	2,90	16,44	80,65	0,61
9. „ 12—2 Uhr	3,50	15,94	80,56	0,67
10. „ 12—4 Uhr	9,39	9,03	81,58	0,76
11. „ 12—6 Uhr	13,12	4,30	82,58	0,75
12. „ 11—5 Uhr	10,67	6,73	82,00	0,71
13. „ 12—6 Uhr	13,23	3,64	83,13	0,73

5. Versuch. Eine Zwiebel wurde unverletzt in ein grosses Reagensglas gebracht.

Versuchsdauer	Prozent CO_2	Prozent O_2	Prozent N_2	$\frac{CO_2}{O_2}$
20. Dezember 12 Uhr vormittags bis 21. Dezember 12 Uhr vormittags	8,66	9,80	81,54	0,75

6. Versuch. Eine Zwiebel wurde unverletzt in ein grosses Reagensglas gebracht.

20. Dezember 12 Uhr vormittags bis 21. Dezember 12 Uhr vormittags	5,55	14,52	79,93	0,85

7. Versuch. 7 Zwiebeln wurden in unverletztem Zustande in einen Glasbehälter mit einem Gummipfropfen gebracht.

9. Januar, 12—4 Uhr	6,20	13,32	86,48	0,79
9. „ 4,30 Uhr nachm. bis 10. Januar 10 Uhr vormittags	14,72	3,17	82,11	0,80

Am 10. Januar um 11 Uhr vormittags wurde jede von ihnen in vier Teile zerschnitten.

10. Januar, 11—12,30 Uhr	4,40	17,44	78,16	1,42
10. „ 12,30—2,30 Uhr	6,62	13,56	79,82	0,50
10. „ 2,30—4 Uhr	9,38	9,78	80,84	0,68
11. „ 12—1,30 Uhr.	3,80	15,28	80,92	0,64

8. Versuch. 7 Zwiebeln wurden in unverletztem Zustande in einen Glasbehälter mit Gummipfropfen gebracht.

28. Januar, 11 Uhr vorm. bis 11 Uhr nachm.	5,24	14,61	80,15	0,81
29. „ 6 Uhr nachm. bis 30. Januar 11 Uhr vormittags.	7,15	12,03	80,82	0,78

30. Januar um 12,20 Uhr vormittags wurde jede derselben in vier Teile zerschnitten und sofort eingeschlossen.

30. Januar, 12,20—12,30 Uhr	2,13	20,20	77,67	**10,65**
30. „ 12,30—2,30 Uhr	3,90	18,13	77,97	0,82
30. „ 2,30—4,30 Uhr	5,51	15,82	78,67	0,67
31. „ 11,30 - 1,30 Uhr	5,70	13,02	81,28	0,68
31. „ 1,30—3,30 Uhr	11,70	5,36	82,94	0,74
1. Februar, 11,30—1,30 Uhr	7,22	10,93	81,85	0,68
2. „ 3—5 Uhr	6,16	12,22	81,62	0,67
3. „ 2—4 Uhr	6,42	12,33	81,25	0,71
4. „ 12-4 Uhr.	10,75	6,32	83,93	0,68

II. Versuche mit Solanum tuberosum.

9. Versuch. Eine Knolle wurde unverletzt in ein grosses Reagensglas gebracht.

Versuchsdauer	Prozent CO_2	Prozent O_2	Prozent N_2	$\frac{CO_2}{O_2}$
19. November 10 Uhr vormittags bis 21. November 10 Uhr vormittags	4,26	15,20	80,54	0,72

21. Oktober um 2,30 Uhr nachmittags wurde sie in kleine Stücke zerschnitten und die Hälfte in ein Reagensglas gebracht.

21. November, 2,30–5,30 Uhr	3,75	16,62	79,63	0,87
21. „ 8–9 Uhr	4,29	14,83	80,88	0,67
21. „ 9,20–12,20	4,21	15,42	80,37	0,74
22. „ 3–5 Uhr	2,68	15,22	82,10	0,42
23. „ 1–5 Uhr	6,00	10,67	83,33	0,54

10. Versuch. Die zweite Hälfte derselben Knolle.

21. November, 2,30–5,30 Uhr	3,14	17,72	79,14	1,03
21. „ 6–9 Uhr	2,76	16,48	80,76	0,58
21. „ 9,20–12,20 Uhr	3,04	16,80	80,16	0,71
22. „ 3–5 Uhr	2,32	16,78	80,80	0,52
23. „ 1–5 Uhr	4,87	13,44	81,69	0,61

11. Versuch. 5 Knollen wurden in unverletztem Zustande in einen Glasbehälter mit Gummipfropfen gebracht.

21. Januar 4 Uhr nachm. bis 22. Januar 1 Uhr nachmittags	3,40	14,52	82,08	0,48
22. Januar 1 Uhr nachm. bis 23. Januar 1 Uhr vormittags	7,26	9,07	83,67	0,66
23. Januar 6 Uhr nachm. bis 24. Januar 1 Uhr nachmittags	4,97	15,92	79,11	1,02
24. Januar 2 Uhr nachm. bis 25. Januar 11 Uhr vormittags.	8,06	11,72	80,22	0,68

25. Januar um 1,30 Uhr nachmittags wurde jede Knolle in vier Teile zerschnitten.

25. Januar, 1,30–1,40 Uhr	1,03	20,35	78,62	3,43
25. „ 1,40–3,40 Uhr	4,65	18,27	77,08	2,19
25. „ 3,40–5,40 Uhr	5,97	16,75	79,28	0,57
26. „ 12–2 Uhr	3,07	16,64	80 29	0,69
27. „ 2–4 Uhr	3,81	15,73	80,46	0,70
28. „ 1–4 Uhr	4,73	14,50	80,77	0,70
12. Febr., 5 Uhr nm. bis 13 Febr., 10 Uhr vm.	3,95	15,99	80,06	0,78
13. „ 12 Uhr nm. bis 15. Febr., 10 Uhr vm.	8,37	10,31	81,32	0,76

12. Versuch. 10 Knollen wurden unverletzt in einen Glasbehälter gebracht.

Versuchsdauer	Prozent CO_2	Prozent O_2	Prozent N_2	$\frac{CO_2}{O_2}$
5. Februar 12 Uhr bis 6. Februar 12 Uhr	11,65	7,53	80,82	0,85
6. „ 1 Uhr nachm. bis 7. Februar 1 Uhr nachmittags.	12,34	7,01	80,65	0,87
8. Februar 10 Uhr vorm. bis 9. Februar 10 Uhr vormittags.	8,08	6,12	85,80	0,49
9. Februar 10 Uhr nachm. bis 10. Februar 10 Uhr vormittags.	6,50	13,73	79,77	0,90

10. Februar um 10,55 Uhr morgens wurde jede Knolle in vier Teile geteilt.

10. Februar, 10,55—11,40 Uhr	2,40	19,78	77,82	3,65
10. „ 11,40—1,40 Uhr	4,66	17,49	77,85	0,98
10. „ 1,40—3,40 Uhr	5,89	15,47	78,42	0,55
10. „ 3,50—5,40 Uhr	7,48	13,09	79,43	0,59
11. „ 12—2 Uhr	1,91	18,08	80,01	0,65
11. „ 2—4 Uhr	3,51	15,65	80,84	0,60
11. „ 4—12 Uhr	9,57	6,17	84,26	0,58
12. „ 1,30 bis 5 Uhr	2,81	17,01	80,18	0,69

Aus den angeführten Versuchen lassen sich, wie mir scheint, folgende Hauptfolgerungen ziehen:

1. Die Respirationsquotienten der unverletzten fleischigen Organe (besonders der Knollen der Kartoffel) können recht bedeutende Schwankungen aufweisen, infolge ihrer Fähigkeit, recht grosse Mengen von Kohlensäure in sich anzusammeln, worauf schon Borodin seinerzeit hingewiesen hatte[1]). Infolge dessen können die Zwiebeln resp. die Knollen, sobald sie in einen abgeschlossenen Raum gebracht worden sind, im Verlaufe der ersten Zeit einen Teil des CO_2 zurückhalten, was zu einem scheinbaren Fallen des Respirationsquotienten führen kann.

Umgekehrt, sobald sie aus einer sauerstoffgeschwängerten Atmosphäre in eine frische gelangen, können sie einen Überfluss an CO_2 ausscheiden und zum entgegengesetzten Fehler führen. Dadurch lassen sich auch, wie mir scheint, bei Richards' Versuchen die allzu niedrigen Quotienten der unverletzten Organe erklären.

1) Borodin, Mémoires de l'Acad. de St. Pétersbourg, VII, f. XXVIII, 1881, Nr. 4.

2. Sofort nach eigetretener Verletzung lässt sich eine bedeutende Steigerung der Respirationsquotienten wahrnehmen; in den ersten Momenten (vergleiche ganz besonders den 7. Versuch) wird eine grosse Menge von CO_2 ohne entsprechende Sauerstoffabsorption ausgeschieden. Diese Erscheinung war schon von RICHARDS beobachtet worden und wurde von ihm vollkommen richtig als eine schnelle Absonderung der durch Vergrösserung der freien Oberfläche in den Geweben angesammelten Kohlensäure bezeichnet; mithin ist es eine Erscheinung rein physischen und nicht physiologischen Charakters.

Diese Kohlensäureausscheidung hört ziemlich bald auf, und zu ihrem schnelleren Nachweise ist es geboten, die ersten Bestimmungen in verhältnismässig kurzen Zeitintervallen vorzunehmen. Im entgegengesetzten Falle wird es durch ein successives Fallen des Respirationsquotienten maskiert.

3. Darnach fällt der Respirationsquotient rapid, bisweilen bis auf 0,5, wobei sein Minimum auf verschiedene Zeit fällt; immer aber geht er dem Maximum der Atmungsenergie voraus. Dieses Maximum tritt am zweiten oder dritten Tage ein.

4. Mit der Heilung der Wundfläche kehrt der Respirationsquotient allmählich zu seiner früheren Höhe zurück (vergleiche besonders den 11. Versuch).

St. Petersburg, Pflanzenphysiolog. Laboratorium der Universität.

---

35. S. Ikeno: Über die Sporenbildung und systematische Stellung von Monascus purpureus Went.

Mit Tafel XIII und einer Figur im Text.

Eingegangen am 7. Mai 1903.

In einem neueren Heft der „Annals of Botany"[1]) hat B. T. P. BARKER eine sehr ausführliche und zugleich hochinteressante Abhandlung über die Perithecienentwickelung und Sporenbildung des „Samsu"-Pilzes veröffentlicht, welchen D. T. GWYNNE-VAUGHAN von der Malayischen Halbinsel mitgebracht hat. BARKER stellte diesen Pilz in die Gattung

1) The Morphology and Development of the Ascocarp in *Monascus*. Annals of Botany, Vol. XVII, 1903, p. 167.

Monascus, welche zuerst von VAN TIEGHEM aufgestellt und nach dem damaligen Zustand der Pilzforschung zu den Ascomyceten gerechnet wurde[1]). Im Lichte seiner Ergebnisse stellte der Autor einige Angaben WENT's[2]) resp. UYEDA's[3]) über die Entwickelungsgeschichte des „Âng-Quac"- und „Benikoji"-Pilzes — *Monascus purpureus* — in Zweifel und zog den Schluss, dass die Gattung *Monascus* nicht zu den Hemiasceen BREFELD's, sondern zu den Ascomyceten gehört.

Schon vor zwei Jahren begann ich *Monascus purpureus* Went zu studieren und zwar mit Hilfe der modernen Mikrotechnik, um einige Lücken in den Angaben WENT's zu ergänzen, welche sich bloss auf lebendes Material beziehen. Die Zwecke meiner Studien waren doppelte. Erstens war festzustellen, ob bei der Perithecienentwickelung der Sexualakt vorausgeht oder nicht, da früher keine solche Untersuchungen an den Hemiasceen ausgeführt sind[4]); und zweitens habe ich beabsichtigt, die Sporenbildung cytologisch zu untersuchen, um zu wissen, nach welchem Modus — Spaltung des Sporangiuminhalts oder freie Zellbildung[5]) — sie erfolgt. Meine Studien über *Monascus* wurden vielfach durch andere Beschäftigungen unterbrochen, und ich habe bisher noch keine irgendwelche sicheren Schlüsse auf die Sexualitätsfrage dieses Pilzes ziehen können. Bezüglich der Sporenbildung dagegen sind meine Untersuchungen schon früher fast zum Abschluss gelangt, aber ich habe die Resultate noch nicht veröffentlicht, da ich beabsichtigt habe, sie samt meinen Befunden über den Sexualakt in einer Abhandlung zusammenzustellen. Nun sprach BARKER in seiner oben zitierten Arbeit der Gattung *Monascus* die Stellung unter den Hemiasceen ab. Ohne dem grossen Wert der BARKER'schen Arbeit Eintrag tun zu wollen, muss ich seine Vermutung, welche er infolge seiner Studien über den „Samsu"-Pilz über *Monascus purpureus* gemacht hat, als nicht stichhaltig erklären. Ich erlaube mir, im Folgenden die von mir bezüglich der Sporenbildung des letzteren Pilzes bisher gemachten Beobachtungen zu schildern, um dabei die Zugehörigkeit von *Monascus purpureus* Went unter die Hemiasceen in das richtige Licht zu stellen. Das Studium des Sexualaktes beabsichtige ich später zu liefern.

---

1) *Monascus*, genre nouveau de l'ordre des Ascomycètes. Bull. de la Soc. bot. de France, T. 134, 1884, p. 226.

2) *Monascus purpureus*, le Champignon de l'Ang-Quac, une nouvelle Thélébolée. Ann. des sc. nat., 8. Sér. T. 1, 1895, p. 1.

3) Über den „Benikoji"-Pilz aus Formosa. The Bot. Magaz. Tokyo, Vol. XV, No. 178 und 179, 1902.

4) Inzwischen erschienen im vorigen Jahr die Studien JUEL's über *Dipodascus albidus*, Flora 91. Bd., 1902, S. 47.

5) HARPER, Cell-division in Sporangia and Asci. Ann. of Bot., Vol. 13, 1899, p. 467.

Um eine grosse Menge der Untersuchungsmaterialien in verschiedenen Entwickelungsstadien zu gewinnen, habe ich nach WENT[1]) zuerst eine kurze Zeit die von dem Pilze infizierten Reiskörner, sogen. „Benikoji“ aus Formosa[2]) in sehr verdünnte Salzsäure gelegt, um die Oberfläche derselben zu sterilisieren, dann habe ich sie nach einem kurzen Waschen mit sterilisiertem destillierten Wasser durch verdünntes Ammoniak neutralisiert und wieder mit Wasser ausgewaschen. Die so behandelten „Benikoji“-Körner wurden in kleine Stücke zerbrochen und auf die mit 10 pCt. Zuckerwasser durchtränkten und auch gut sterilisierten Brotstücke in einer PETRI-Schale ausgesäet. Alles kam nun in den auf 28° gehaltenen Thermostat, worin der Pilz üppig gedieh und zahlreiche Sporangien erzeugte. Die Untersuchungsmaterialien wurden durch FLEMMING's Lösung (mit gleichem Volum Wasser verdünnt) und KEISER's Sublimat-Eisessig fixiert. Die Fixierung durch das erstere Gemisch gelang sehr vorzüglich, aber die Färbung mit den verschiedenen Farbstoffen war sehr schlecht, so dass die dadurch fixierten Objekte sich als unbrauchbar erwiesen. Alle meine Beobachtungen beruhen deshalb auf den mit KEISER's Lösung fixierten und durch HEIDENHAIN's Eisenhämatoxylin gefärbten Mikrotomschnitten, welche sehr klare Bilder gaben.

Das Mycel von *Monascus purpureus* ist vielkernig. Jeder Zellkern besteht aus einem intensiv färbbaren zentralen Körper — „Chromoblast“ einiger französischen Autoren[3]) — mit einem hellen Hof um demselben; die Kernmembran ist gelegentlich klar nachzuweisen (Fig. 1).

Die Entwickelungsgeschichte der Perithecien ist durch WENT ausführlich verfolgt[4]) und neuerdings durch UYEDA bestätigt worden[5]), so dass in dieser Hinsicht auf die Arbeiten dieser Forscher verwiesen sei. Nachdem sowohl das Ascogon als der primäre Hilfsfaden oder das Pollinod sich differenziert hat, schmiegt sich der letztere (Fig. 2, *p*) an das erstere (*as*) seitlich dicht an; im Ascogon nimmt man dann gewöhnlich vier bis neun, selten mehr, im Pollinod weniger Zellkerne wahr. Im älteren Zustande sieht man Ascogone mit einer Anzahl

1) l. c. S. 2.

2) In Formosa dient dieses zur Herstellung des roten Reisgetränkes „Hochu“ (nach der mündlichen Mitteilung des Herrn Dr. T. INUI nicht „Anchu“, wie von UYEDA l. c. genannt). Für die freundliche Zusendung der „Benikoji“ bin ich dem Herrn SAWADA, Pharmaceut in Formosa, dankbar.

3) Vgl. z. B. GUILLIERMOND, Recherches cytologiques sur les levures et quelques moisissures à formes-levures. Thèse de la Fac. des Sciences de Paris, 9 juin 1902.

4) l. c.

5) l. c.

von grösseren und kleineren Zellkernen (Fig. 3, *as*). Diese grösseren Zellkerne dürften durch die Befruchtung entstanden sein, wenn ein ein solcher Vorgang überhaupt eintreten wird, und dann besteht dieser Sexualakt aus der paarigen Verschmelzung vieler Zellkerne im Ascogon mit vielen aus dem Pollinod eingewanderten, da jeder dieser grösseren Zellkerne einen Keimkern darstellen dürfte. Die Befruchtung geschieht dann in gleicher Weise wie bei einigen *Albugo*-Arten[1]), *Pyronema confluens*[2]) und dem „Samsu"-Pilz[3]). Was das letzte Schicksal der kleinen Kerne im Ascogon ist, welche sich vielleicht an dem Sexualakt nicht beteiligt haben, wurde nicht festgestellt, aber es ist nicht unwahrscheinlich, dass sie einfach vom Ascogoncytoplasma resorbiert wurden.

Das letzte Schicksal der Terminalzelle konnte WENT nicht erkennen, „.... ici la cellule terminale n'est plus visible; ce qu'elle devient, je n'ai pu le constater. Si elle est résorbée, ou bien s'il y a un fusionnement d'elle et du sporange, ..., je ne saurais le dire ...."[4]). In etwas fortgeschrittenem Zustande der Perithecienentwickelung habe ich häufig solche Terminalzellen beobachten können, deren Inhalt zu einem kleinen cytoplasmatischen Reste reduziert wird, ja nicht selten solche, welche keinen Zellinhalt mehr enthalten, so dass hier die Zellen bloss die schon ausgestorbenen Zellskelette darstellen (Fig. 3, *tz*). Aus diesen Beobachtungen scheint mir hervorzugehen, dass hier keine Fusion des Sporangiums und der Terminalzelle erfolgt und dass die letztere allmählich zugrunde gehen wird.

Nach WENT und UYEDA wird ein ascogener Zweig in drei Zellen geteilt, nämlich Pedicel-, Terminal- und ascogene Zelle; aus der ersteren entwickeln sich die Hüllfäden. BARKER hat bei seinem „Samsu"-Pilz gewöhnlich keine besondere Pedicelzelle finden können, sie ist fast stets nichts anderes als eine unmittelbar unter dem Ascogon gelagerte Zelle und macht einen Teil des letzteren nicht aus. „In one or two instances figured by WENT", schreibt BARKER, „however, his pedicel cannot have the origin ascribed to it, and is in those cases nothing more than the cell of the parent hypha immediately below the ascogonium"[5]). Dieser Meinung BARKER's will

---

1) STEVENS, The compound oosphere of *Albugo Bliti*. Bot. Gaz., Vol. XXVIII, 1899. — Gametogenesis and fertilization in *Albugo*. Ebend. Vol. XXXII, 1901. — Die Gametogenese und Befruchtung bei *Albugo*. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XIX, 1901.

2) HARPER, Sexual reproduction in *Pyronema confluens* and the morphology of the ascocarp. Ann. of Bot, Vol. XIV, 1900.

3) BARKER, l. c.

4) WENT, l. c. S. 4.

5) l. c. S. 203.

ich durchaus beistimmen, da in fast allen von mir beobachteten Fällen keine besondere Pedicelzelle gebildet wird, sie stellt, wie BARKER bemerkte, bloss eine unter dem Ascogon gelagerte Zelle dar (Fig. 2). In Fig. 3 wird ein seltener Fall abgebildet, wo eine besondere Pedicelzelle (*pz*) zu sehen ist.

Von den unter den Hemiasceen BREFELD's eingeordneten Pilzen gibt es bisher nur wenige, welche in bezug auf ihre Sporenbildung cytologisch untersucht worden sind, nämlich einige Arten aus den Gattungen *Ascoidea*[1]), *Protomyces*[2]), *Taphridium*[3]) und *Dipodascus*[4]). Bekanntlich haben die schönen Untersuchungen HARPER's über die Sporenbildungsvorgänge der Ascomyceten und Phycomyceten[5]) die wichtige Tatsache zu Tage gebracht, dass die in Frage stehenden Vorgänge bei den beiden grundverschieden und zwischen ihnen keine Übergänge sind. Mit Rücksicht darauf scheint es mir wünschenswert zu sein, jede auf die Sporenbildung noch nicht untersuchte Hemiascee — diese nach BREFELD die Phyco- und Ascomyceten phylogenetisch vermittelnde Pilzgruppe — in dieser Beziehung cytologisch zu studieren, um zu wissen, ob dabei die Sporenbildung nach dem Phyco- oder Ascomyceten-Typus erfolgt, besonders da nach POPTA[6]) die zu den Hemiasceen gestellten *Protomyces*-Arten ihre Sporen durch Spaltung des ganzen Sporangiuminhalts ausbilden, wie bei den Phycomyceten[7]).

Was WENT über die Sporenbildung von *Monascus purpureus* geschrieben hat, mag hier Platz finden: „Le sporange grossit et en même temps sa paroi s'épaissit. La figure 17 nous fait voir un jeune sporange contenant un protoplaste avec plusieurs vacuoles assez grandes; dans la figure 18, celles-ci se sont diversées de manière que le protoplaste est devenu écumeux. Puis le protoplaste devient trop opaque et les vacuoles deviennent en même temps trop petites, pour pouvoir les distinguer encore; . . . . Enfin, le contenu du sporange se divise en une quantité de spores; quoique j'aie cherché bien longtemps, je n'ai jamais pu découvrir le moment de la division;

1) POPTA, Beitrag zur Kenntnis der Hemiasci. Flora LXXXVI, 1899.

2) POPTA, l. c.

3) JUEL, *Taphridium* Lagerh. et Juel, eine neue Gattung der Protomycetaceen. Bihang till k. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Bd. 27, Afd. III, No. 16, 1902.

4) JUEL, Über den Zellinhalt, Befruchtung und Sporenbilung bei *Dipodascus*. Flora, 91. Bd., 1902.

5) Cell-division in sporangia and asci. Ann. of Bot., Vol. XIII, 1889.

6) l. c.

7) Im Lichte seiner Untersuchungen über die *Taphridium*-Arten stellte JUEL die Angabe POPTA's in Zweifel und betrachtete es als wahrscheinlich, dass auch bei *Protomyces* die Sporenbildung durch freie Zellbildung geschieht, ebenso wie bei den anderen bisher untersuchten Hemiasceen (*Taphridium* S. 23).

elle doit se faire dans un temps bien court"[1]). Auch „Quand on étudie la surface de la masse de spores, on voit que, là du moins, il n'y a aucune substance entre ces spores, comme le montre la figure 25 à un grossissement très fort; bien plus, on voit que les spores se pressent de manière à devenir angulaires, comme des cellules d'abeille"[2]).

Wenn man das letztere Citat lesen will, nach welchem erstens die Sporen infolge des gegenseitigen Druckes eckig werden, etwa Bienenwaben ähnlich und zweitens keine Substanz — sogen. Epiplasma — zwischen den Sporen nachzuweisen ist, so könnte man vielleicht von vornherein zur Annahme geführt werden, dass bei *Monascus* die Sporenbildung durch Spaltung des ganzen Sporangiuminhaltes, d. h. wie bei den Phycomycetensporangien, geschehen würde. Dem ist aber nach meinen vorliegenden Studien nicht so, und dennoch dürfte die ganze Sporenmasse zu einer bestimmten Zeit während der Entwickelung das Aussehen der Bienenzellen bieten, wenn man die Beobachtungen nur an frischen Objekten ausführen wird, wie es von WENT geschah.

Gehen wir nun zu meinen eigenen Untersuchungen über.

Das in Fig. 4 dargestellte Ascogon enthält eine kleine Anzahl von ziemlich grossen Vakuolen und dürfte etwa dem in Fig. 17 WENT's (l. c.) entsprechen; dabei sieht man im Cytoplasma mehrere Zellkerne, welche zweifellos aus den oben erörterten (Fig. 3) durch successive Teilungen hervorgegangen sind. Hand in Hand mit der Vergrösserung des Ascogons werden, wie von WENT beschrieben, die Vakuolen nicht selten fein zerteilt, sodass das Cytoplasma schaumig wird (Fig. 5)[3]); zugleich nimmt man die Vermehrung der Zellkerne wahr.

Dann beginnt als der erste Schritt der Sporenentwickelung der Vorgang der freien Zellbildung. Um eine bestimmte Anzahl der Zellkerne als Centren nämlich zieht sich das Cytoplasma zusammen, so dass wenige rundliche cytoplasmatische Ballen erzeugt werden (Fig. 6). Bei diesen Vorgängen ist zu beobachten, dass nicht alle Zellkerne in einem Ascogon sich an diesem Akt beteiligen und demgemäss viele innerhalb desselben unverändert bleiben (Fig. 6, 7, 18). Auch ist zu bemerken, dass ich bei verschiedenen Stadien und auch den soeben beschriebenen oft solche Bilder angetroffen habe, wie in Fig. 7. Bei dieser sieht man, dass der Zellinhalt des Ascogons sich in zwei konzentrische Schichten geteilt hat. Solche Bilder erinnern etwa an Fig. 30, 31 etc. von BARKER (l. c.), wo die askogenen Hyphen den zentralen Teil von zwei konzentrischen

1) l. c. S. 5.
2) l. c. S. 6.
3) Das in Fig. 5 dargestellte Stadium entspricht etwa dem in Fig. 18 WENT's.

Schichten ausmachen. Es ist aber leicht zu sehen, dass bei unserem Pilz der zentrale Teil aus den im Cytoplasma eingebetteten Cytoplasmaballen, und nicht aus den askogenen Hyphen, besteht.

Jeder dieser Cytoplasmaballen ist zuerst einkernig (Fig. 6—7), aber zugleich wachsen die Zellkerne beträchtlich aus und teilen sich, worauf jeder Ballen auch durch Durchschnürung sich je in zwei teilt (vgl. verschiedene Stadien der Kern- und Zellteilung der Cytoplasmaballen in Fig. 6—7). In dieser Weise nimmt die Zahl der „Sporenmutterzellen“ zu. Nun wächst jede der letzteren und ihr Zellkern beträchtlich aus, und zugleich wird das Cytoplasma deutlich wabig (Fig. 8). Ihr Zellkern teilt sich bald successiv, so dass der letztere bei jeder Sporenmutterzelle allmählich in seiner Zahl zu, dagegen in seiner Grösse entsprechend abnimmt (Fig. 9—10). Dann findet eine Umordnung der cytoplasmatischen Waben statt. Bisher war nämlich das Cytoplasma feinwabig; nun beginnt eine bestimmte Menge des besonders dichten Cytoplasmas darin sich linienartig und zwar in verschiedenen Richtungen anzuordnen, so dass jede Sporenmutterzelle in eine Anzahl von grossen Waben geteilt wird. Dieses linienartig angeordnete Cytoplasma dient deshalb als die Wände dieses Wabenwerkes und bietet im Durchschnitt das Aussehen eines ziemlich grobmaschigen Netzwerkes (Fig. 1 *a* u. *b*)[1]). In jeder Wabe befindet sich nur ein Zellkern. Wie oben erläutert nimmt man in jeder Sporenmutterzelle bei dem Stadium in Fig. 10 mehrere Zellkerne wahr, während bei dem in Fig. 11 nur wenige vorhanden sind. Es fragt sich dann, was das Schicksal der anderen Kerne ist. Ich bin ziemlich sicher, dass diese dort einfach degenerieren; in der Tat sieht man in Fig. 12 an den Vereinigungspunkten der Wabenwände die stark färbbaren Körnchen, welche ich als diese in Desorganisation begriffenen Kerne deuten möchte. Bei dem in Fig. 11 dargestellten Stadium dürfte man denn auch solche degenerierende Zellkerne erwarten; tatsächlich findet man sie aber nicht, was höchst wahrscheinlich darauf beruht, dass sie hier schon früh desorganisiert und verschwunden sind[2]).

---

1) Die in Fig. 8, 9, 10, 12, 13, 14 dargestellten Stadien habe ich unter Vergrösserung durch Zeiss' Apochromat 2 *mm* und Comp.-Ocular 18 mit Hülfe einer Abbé'schen Camera lucida gezeichnet. Da aber die Fig. 11 durch das gleiche Objektiv und Ocular 12 schon im Anfang des vorigen Jahres gezeichnet wurde, habe ich dieses Mal in meinen Präparaten nach diesem Stadium wieder gesucht, um es in der gleichen Vergrösserung, wie bei Fig. 8 etc. umzuzeichnen, allein es gelang mir leider nicht, dieses seltenste Stadium wiederzufinden, trotz eifrigen Suchens, so dass ich in die Tafel diese ältere Figur aufgenommen habe. Sie werden deshalb mit den anderen in Bezug auf ihre Grösse nicht übereinstimmen.

2) Wie in der vorigen Fussnote bemerkt, habe ich ein solches Stadium nur selten angetroffen, es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass man häufig in anderen Fällen dabei tatsächlich solche sich desorganisierende Zellkerne wahrnehmen könnte.

Nachdem die soeben dargelegten Waben ausgebildet sind, rundet sich das Cytoplasma mit dem zugehörigen Zellkern innerhalb jeder derselben zu einer kugeligen Masse ab und zieht sich von den Wabenwänden zurück (Fig. 12), so dass zwischen den letzteren und dieser Masse (*i*) eine schmale Vakuole (*va*) entsteht. In diesem Stadium ist der Zellkern schon nicht mehr nachweisbar. Man könnte vielleicht glauben, dass dann der Zellkern verschwunden sei, aber dem ist sicherlich nicht so; bei den Sporen ist er ebenso wenig fast stets nachzuweisen und doch ist, wie unten erläutert, einer in jeder vorhanden.

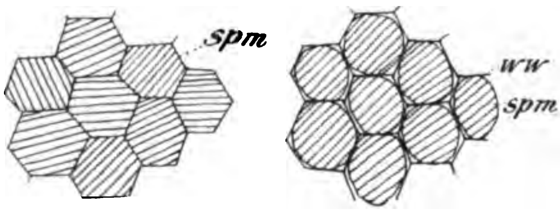
Die soeben beschriebene rundliche Masse innerhalb jeder Wabe wandelt sich bald zu einer Spore um (Fig. 13). Ihre Zellmembran (Fig. 13, *spm*) ist ziemlich dick, durchsichtig, stark lichtbrechend, speichert Farbstoffe nicht auf und lässt bisweilen eine konzentrische Schichtung erkennen. Ebenso wenig wie bei dem oben dargelegten Stadium kann man auch hier gewöhnlich den Zellkern nachweisen, und es gelang mir selten, solchen zu sehen (Fig. 13), da durch verschiedene Farbstoffe der ganze Zellinhalt sich sehr intensiv tingiert. Die allmähliche subtraktive Behandlung des Inhaltes durch Eisenammon lässt hier gewöhnlich den Zellkern aus dem umgebenden Cytoplasma nicht hervortreten, da beide sich in gleicher Weise entfärben.

Wenn man die Fig. 12 und 13 miteinander vergleicht, so wird man nicht verfehlen zu erkennen, dass die cytoplasmatischen Wabenwände bei beiden fast gleich dick, dagegen die cytoplasmatischen Massen innerhalb dieser Wände (Fig. 12, *i* und Fig. 13, *spi*) in Bezug auf ihre Menge voneinander sehr verschieden sind, da dieselbe in Fig. 12 (*i*) viel grösser ist als in Fig. 13 (*spi*). Aus diesen Beobachtungen schliesse ich, dass die dicke Zellmembran der Sporen aus einem Teil der cytoplasmatischen Masse in Fig. 12 durch Umwandlung hervorgegangen ist.

Jede Spore ist deshalb in einer Wabe mit allseitig abgeschlossenem Raume eingeschlossen. Diese Sporen sind sehr nahe aneinander gelagert, ja fast in Berührung und im Durchschnitt gesehen durch feine cytoplasmatische Stränge voneinander getrennt, welche miteinander ein polygonales Netzwerk bilden und welche natürlich nichts anderes sind, als die sehr dünnen Wabenwände (vgl. Fig. 13, 14 und 15).

In der oben geschilderten Weise wandelt sich daher jede Sporenmutterzelle zu einem kugeligen Komplex von im Epiplasma eingebetteten Sporen um, deren Zahl gewöhnlich sechs oder acht beträgt. Sie wachsen allmählich aus, und dementsprechend vergrössert sich auch der ganze Komplex (Fig. 14). Wo zwei oder mehrere solche Körper miteinander in Berührung kommen, verschmelzen sie völlig miteinander, so dass die Grenze zwischen verschiedenen Komplexen

verwischt wird (Fig. 15). Nicht selten wird in einem Sporangium nur eine kleine Anzahl von Sporenmutterzellen resp. Sporenkomplexen erzeugt (Fig. 18), so dass dort nur sehr wenige Sporen vorhanden sind und der grössere Raum von degenerierendem Cytoplasma und Zellkernen eingenommen wird (Fig. 19). Es ist als typisch zu nennen, dass von vielen cytoplasmatischen Ballen in einem Ascogon nur wenige zu Sporenmutterzellen werden, da alle übrigen dort allmählich zugrunde gehen. Ich habe niemals solche Sporangien gesehen, wie von WENT und UYEDA in Fig. 22 resp. 10 (l. c. Pl. 2 resp. II) angegeben, welche mit Sporen dicht erfüllt sind. Dies beruht vielleicht darauf, dass, da ich mit dünnen Mikrotomschnitten arbeitete, ich zu einer Zeit nur einen kleinen Teil eines Sporangiums sehen konnte, während WENT und UYEDA bei frischen Objekten im optischen Schnitt das Ganze zugleich zur Anschauung bringen konnten.



A., B.,

Dass schliesslich die Wabenwände der Sporangien degenerieren und die Sporen dort unregelmässig zerstreut werden, braucht kaum erst hervorgehoben zu werden. Eine völlig gereifte Spore ist länglich-oval und im Querschnitt rundlich (Fig. 16*a* u. *b*).

Nach dem oben Erörterten ist es kaum zu bezweifeln, dass die Schlüsse WENT's — „il n'y a aucune substance entre ces spores" und „les spores se pressent de manière à devenir angulaires, comme des cellules d'abeille"[1]) — durch eine optische Täuschung veranlasst wird, welche darauf beruht, dass er bei seinen Beobachtungen an frischen Objekten jede Wabe + eingeschlossene Spore für eine Spore und dementsprechend die cytoplasmatischen Wabenwände für den Umriss einer Spore missdeutete (vgl. auch die obenstehenden schematischen Figuren).

Wie oben geschildert, zur Zeit der Cytoplasmaansammlung um den Zellkernen des Ascogons, beteiligen sich nicht alle der letzteren an diesem Akt, und viele bleiben daher dort unverändert (Fig. 6, 7 und 18). Solche sind sogar in den fast gereiften Sporangien noch nachweisbar (Fig. 17), welche Tatsache bei *Dipodascus albidus* sein Analogon findet[2]).

1) l. c. S. 6.
2) JUEL, Über Zellinhalt etc. bei *Dipodascus*, Taf. VIII, Fig. 15.

Nach den oben ausführlich beschriebenen Beobachtungen geschieht demnach die Sporenbildung von *Monascus purpureus* durch freie Zellbildung, und zwar mit einer bestimmten Menge des Cytoplasmas — sogen. Epiplasmas — zwischen den Sporen und stimmt deshalb wesentlich mit der Asken überein, wenn auch einige bemerkenswerte Eigentümlichkeiten wahrgenommen werden.

Vergleichen wir nun unsere Angaben mit denen von BARKER über die Sporenbildung des „Samsu"-Pilzes. Nach ihm „the central cell (= Ascogon) begins to swell considerably and becomes invested by hyphae . . . . After swelling, the invested central cell produces one or more hyphae which develop vigorously and produce a mass of tangled ascogenous hyphae. . . . . . Asci are eventually produced from the ascogenous hyphae, and in each of them eight ascospores are usually formed. When the spores are ripe, the asci and ascogenous branches degenerate. . . . . . The spores are thus liberated into the cavity enclosed by this wall, and the ripe perithecium appears to be nothing more than a brown cuticularized sporangiumlike structure[1])".

WENT und UYEDA konnten keine askogene Hyphen BARKER's beobachten, welche sich aus dem Ascogon entwickeln und die Asken erzeugen. BARKER vermutet aber, dass WENT solche askogene Hyphen übersehen hätte. „In a few cases", schreibt er über die Angaben WENT's, „it was possible to observe changes in the protoplasmic contents of the sporangium, which first presented the appearance of containing large vacuoles, this stage being followed by a somewhat similar phase in which the vacuoles were smaller and the structure more foam-like. . . . But we have seen that the apparent vacuolization is really due to the formation of hyphal branches from the sporangium. . . . . The early large vacuoles are the first — formed hyphae, and the later small vacuoles are the numerous branches of various sizes arising from these hyphae. . . [2]).

Meine oben beschriebenen Studien haben aber bewiesen, dass die Angaben WENT's ganz richtig sind. Seine Fig. 17 und 18 entsprechen meiner 4 resp. 5, ich kann hier keine Spuren der askogenen Hyphen BARKER's erkennen. Sie färben sich nach diesem Autor bei dem „Samsu"-Pilz sehr intensiv und sind deshalb sehr ansehnliche Objekte, und demgemäss ist es ganz ausgeschlossen, dass solche bei meinen Studien an dem tingierten Schnitte übersehen worden sind. Die kleinen und grossen Vakuolen im Ascogon sind somit nicht die askogenen Hyphen, wie BARKER vermutet, sondern

1) l. c. S. 204.
2) l. c. S, 198—199.

nichts anderes als wahre Vakuolen. Da bei unserem Pilze keine askogenen Hyphen BARKER's vorhanden sind, so ist natürlich von der Entwickelung der Asken keine Rede, wie BARKER bei seinem „Samsu"-Pilz wahrgenommen und bei *Monascus purpureus* vermutet hat. Weil jede Sporenmutterzelle gewöhnlich sechs oder acht Sporen produziert, erinnert sie in dieser Beziehung etwa an den sechs- resp. achtsporigen Askus, aber dass sie davon ganz verschieden ist, braucht nach dem eben Erörterten kaum erst hervorgehoben zu werden.

Die Vermutung BARKER's wurde deshalb nicht bestätigt, und somit ist die Klassifizierung WENT's von *Monascus purpureus* unter den Hemiasceen BREFELD's ganz richtig. Der „Samsu"-Pilz BARKER's gehört nicht zu der Gattung *Monascus*, da er ein typischer Askomycet ist.

Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche Abbildungen wurden unter Vergrösserung durch das ZEISS'sche Apochromat 2 *mm* gezeichnet, und zwar Fig. 8, 9, 10, 12, 13 und 14 mit Ocular 18, Fig. 17 mit Ocular 6 und alle anderen mit Ocular 12.

Fig. 1. Ein Stück des mehrkernigen Mycels.
„ 2. Ascogon und Pollinod in Kontakt. *as* Ascogon; *p* Pollinod; *hf* in Entwickelung begriffener Hüllfaden.
„ 3. Ein Ascogon nach der Befruchtung (?). *as* Ascogon mit kleinen und grossen Zellkernen; *tz* Terminalzelle; *pz* Pedicelzelle.
„ 4. Ein mehr entwickeltes Ascogon mit mehreren Zellkernen. *spw* Wand des Ascogons; *pw* aus den Hüllfäden gebildete Wand des Peritheciums.
„ 5. Ein älteres Ascogon mit schaumigem Cytoplasma. Die Wände sind nicht mitgezeichnet.
„ 6. Bildung der Cytoplasmaballen. Man sieht hier verschiedene Stadien der Kern- und Zellteilung. *spw* Wand des Sporangiums.
„ 7. Ebendaselbst in zwei konzentrischen Schichten differenziert.
„ 8. Eine Sporenmutterzelle mit einem Zellkerne.
„ 9 und 10. Ebendaselbst mit vielen Zellkernen.
„ 11. Bildung der groben Waben um eine Anzahl der Zellkerne.
„ 12. Kontraktion der Cytoplasmamassen aus den Wabenwänden. *va* Vakuole; *i* zusammengezogene Masse.
„ 13 und 14. Bildung der Sporen innerhalb jeder Wabe und ihr Wachstum. *spm* Sporenmembran; *spi* Sporeninhalt.
„ 15. Sporen in den Waben; ein Zellkern in einer dieser Sporen. *spm* Sporenmembran.
„ 16*a* und *b*. *a* Gereifte Spore. *b* Im Querschnitt.
„ 17. Ein fast gereiftes Sporangium mit einer Anzahl von Sporen. Einige noch im Cytoplasma eingebettete Sporenkomplexe (*cp*) und viele ungebrauchte Zellkerne.
„ 18. Ein Ascogon mit einem Cytoplasmaballen.
„ 19. Ein Sporangium mit wenigen Sporen.

36. Fr. Bubák: Zwei neue Uredineen von Mercurialis annua aus Montenegro.

Eingegangen am 20. Mai 1903.

Auf der Gattung *Mercurialis* ist bisher nur *Caeoma Mercurialis* (Martius[1]) Link[2]) = [*Caeoma Mercurialis perennis* (Persoon[3]) Winter[4])] bekannt, und zwar wird es auf *M. perennis* L., *M. ovata* Sternberg und *M. annua* L. angegeben.

Auf *M. perennis* ist dieses *Caeoma* besonders in Mitteleuropa verbreitet. Ich sah es vielfach aus Böhmen (ipse, KABÁT, CYPERS) und Mähren (ipse), Ungarn (KMET), Hamburg (JAAP[5]).

In der Literatur finde ich es angegeben aus Österreich-Ungarn in Niederösterreich (**6**, S. 601 und **7**, S. 133), Steiermark (**8**, S. 547), Tirol (PEYRITSCH, **9**, S. 56), Ungarn (**10**, S. 87[6]); aus Deutschland in Schlesien (**11**, S. 376), Bayern (**12**, S. 29), Franken (**13**, S. 36) und in der Rheinprovinz (**14**, S. 42). In den übrigen europäischen Staaten wurde es beobachtet in der Schweiz (**5**, S. 23 Sep.), in Italien bei Verona (**15**, S. 64), England (**16**, S. 260—261 und **33**, S. 743), Norwegen (**17**, S. 67 Sep.), Finnland (**18**, S. 80—81), auf der Insel Oesel (**19**, S. 83), in Russland (**20**, S. 188), Taurien (**21**, S. 8 Sep.). SACCARDO führt es noch im Sylloge fung. VII, p. 869 aus Belgien auf.

Aus den vorangehenden Daten sieht man also, dass *Caeoma M.* von *M. perennis* in Nord- und Mitteleuropa etwa zwischen 35—45° n Br. verbreitet ist.

Von diesem *Caeoma* wurde schon im Jahre 1884 von NIELSEN und ROSTRUP (**23**, S. 14) gefunden, dass es zu einer *Melampsora* [*Melampsora aecidioides* (DC) Schroet.] von *Populus tremula* und *P. alba* gehört.

PLOWRIGHT (**16**, S. 241 und **24**, S. 525) bestätigte diesen Befund durch seine Infektionsversuche, indem er mit Sporidien von *P. tremula* und *P. alba* erfolgreich *M. perennis* infizierte.

Im Jahre 1896 wiederholte G. WAGNER (**25**, S. 273) diese Versuche, wobei er auch auf *P. villosa* einen günstigen Erfolg erzielte. Er gab auch dieser *Melampsora*-Art den Namen *Mel. Rostrupii.*

1) *Uredo confluens* var. *Mercurialis* Martius (1), S. 229.
2) *Caeoma Mercurialis* Link (2), S. 35.
3) *Uredo confluens β) Mercurialis perennis* Persoon (3), S. 214.
4) *Caeoma Mercurialis perennis* Winter (4), S. 257.
5) In SYDOW's Uredineen Nr. 1141. — JAAP: Fungi selecti exsiccati Nr. 18a.
6) Wohl nur durch einen Schreibfehler wird als Wirt *Mercurialis annua* angegeben.

In demselben Jahre infizierte KLEBAHN (**26**, S. 273) erfolgreich *P. tremula* mit Caeomasporen von *M. perennis* und im nächsten Jahre (**27**, S. 336 ff.) mit den Sporidien von *Mel. Rostrupii*, von *P. tremula* mehrmals *M. perennis* mit vollem Erfolg.

Im Jahre 1899 erzog JACKY (**5**, S. 22—24) diese *Melampsora*-Art aus Caeomasporen auch auf *P. cordata*, *P. nigra* und *P. monilifera*, und ebenfalls in demselben Jahre infizierte endlich KLEBAHN (**28**, S. 348 —352) erfolgreich mit Caeomasporen auch *P. balsamifera*.

Es ist also von *Caeoma M.* (Mart.) Link auf *M. annua* bewiesen, dass es zu *Mel. Rostrupii* G. Wagner auf *P. alba*, *balsamifera*, *canescens*, *monilifera*, *nigra*, *tremula* und *villosa* gehört.

DIETEL (**34**, S. 22) führt *Caeoma M.* auch von *M. ovata* Sternberg an. Wo es auf dieser Nährpflanze gesammelt wurde, kann ich nicht angeben. Übrigens ist *M. ovata* nur eine Abart von *M. perennis*, und das betreffende Caeoma wird sicher mit demjenigen von der letztgenannten Nährpflanze identisch sein und ebenfalls zu *Mel. Rostrupii* gehören.

Was *Caeoma M.* von *M. annua* betrifft, so wurde dieser Pilz — soweit mir bekannt ist — bisher nur in Portugal und auf Sizilien gesammelt.

In Portugal kommt er nach THÜMEN (**30**, S. 19 Sep.) „in caulibus vivis *Mercurialis annuae* L. ad Cerca de Sct. Bento pr. Coimbra, Febr. 1880 (leg. MOLLER)“ und nach LAGERHEIM (**31**, S. 10 Sep.) „sur les tiges et feuilles du *M. annua* prope Pedronços et Rio de Archeis frequens, 13. févr. 1849; in agro Olisip. pr. Archeis frequens, mars 1849 (leg. WELWITSCH)“. — In Sizilien kommt er nach PASSERINI et BELTRANI (**32**, S. 3 Sep.) bei „Licata, Febr., Mart. 1878 bis 1879 (leg. BELTRANI); folia et caules *Mercurialis annuae* varie deformat“. Weiterhin bemerken die Autoren: „AC. *Mercurialis perennis* (Pers.) non differt nisi situ, sed huiusmodi nomen, post novam matricem detectam, cum priore commutandum videtur“.

Aus diesem Grunde führen die Autoren für das Caeoma von *M. perennis* und *annua* einen neuen Namen ein, nämlich — *Caeoma Mercurialis* Pass. et Beltr. Dieser Name ist also teilweise mit *Caeoma Mercurialis* (Mart.) Link synonym.

Ich sammelte heuer zwischen dem 12.—25. April bei Ulcinj (Dulcigno) in Montenegro (die Stadt liegt an der östlichen Küste des adriatischen Meeres, in der Nähe der türkischen Grenze) öfters ein herrliches *Caeoma* auf *M. annua*, welches sich schon durch sein äusseres Auftreten auf dieser Nährpflanze als verschieden von der mitteleuropäischen Form auf *M. perennis* kennzeichnete.

Wie bekannt, befällt *Caeoma M.* hauptsächlich und regelmässig die Blattspreiten von *M. perennis*, seltener sind auch die Blattstiele angegriffen, vereinzelt auch manchmal der Stengel. Der Pilz bildet

auf den Blättern rundliche bis längliche Flecken, welche auf der Unterseite kreisförmig gruppierte Caeomapolster mit dazwischen zerstreuten honiggelben, später honigbraunen Spermogonien tragen. Auf den Blattstielen und Stengeln ruft er verschiedene Krümmungen hervor, immer ist er aber auch hier nur auf kurze Strecken beschränkt. Ich sah deformierte Stengel höchstens in der Länge von 2 *cm* mit Caeomapolstern bedeckt Dabei konnte ich auch fast keine oder nur sehr schwache Verdickung der Blattstiele und der Stengelteile bemerken.

Ganz anders sind diese Verhältnisse bei dem Caeoma von *M. annua*. Dort wird regelmässig nur der Stengel befallen, und der infizierte Teil desselben misst **2–10 cm**, so dass nicht selten der ganze obere Teil des Stengels von dem Pilze eingenommen wird. Das Mycel durchdringt diesen infizierten Stengelteil vollkommen und geht manchmal auch in die Blattstiele hinein. Die Blattspreiten werden aber dabei nur selten tangiert, und in solchem Falle findet man auf denselben keine Fleckenbildung, wie man sie beim Caeoma auf *M. perennis* antrifft, sondern man sieht auf der unteren Blattfläche nur vereinzelte Pilzpolster. Manchmal sind auch die Blüten, hauptsächlich die weiblichen, seltener jene der männlichen Individuen mit angegriffen.

Bei anderen Individuen findet man wieder nur kürzere Stengelpartien befallen und zwar meistens nur die Stengelknoten und kurze Strecken der benachbarten Internodien.

In allen Fällen wird aber der Stengel mehr oder weniger federkielartig verdickt, oft auch verschiedenartig gekrümmt oder gedreht.

Aus dem Angeführten sieht man also, dass beide Pilze, nämlich *Caeoma M.* von *M. perennis* und das Caeoma von *M. annua* in ihrem äusseren Auftreten sich vollkommen verschieden verhalten.

Dieser verschiedenartige Habitus beider Pilze zeigte mir schon auf den Lokalitäten des Caeoma von *M. annua* bei Ulcinj, dass ich mit einer selbständigen Art zu tun habe.

Als ich dann nach meiner Rückkehr den montenegrinischen Pilz mikroskopisch untersuchte und mit demjenigen von *M. perennis* verglich, fand ich, dass ausser den habituellen noch mikroskopische Unterschiede zwischen beiden existieren. Aus der folgenden Vergleichung sind dieselben ersichtlich.

Bei *Caeoma* von *M. perennis* sind die Sporen gewöhnlich eiförmig bis länglich, seltener kuglig und fast immer polygonal. Die Membranen der unreifen, wie auch reifen Sporen sind ziemlich dick, 2 - 2,5 μ, immer hyalin.

Bei dem Pilze von *M. annua* sind die Sporen gewöhnlich kugelig bis ellipsoidisch, seltener länglich, und nur unreife Sporen sind polygonal. Die Sporenmembran der unreifen

Sporen ist ziemlich dick und hyalin, bei reifen Sporen gelblich und etwa um die Hälfte dünner als bei der vorangehenden Form.

Weiterhin kommt auch noch die geographische Verbreitung beider Pilze und ihre genetische Zugehörigkeit in Betracht.

Wie ich schon oben geschildert habe, geht das Caeoma von *M. perennis* südwärts bis zum 45° n. Br., während die Form von *M. annua* bisher nur südlich von diesem Grade angetroffen wurde.

Dass dieses Caeoma nur eine vikariate Form der südlichen Länder für jenes von *M. perennis* wäre, das ist ausgeschlossen, weil beide Formen morphologisch genügend verschieden sind.

Auch die geographische Verbreitung von *M. perennis* spricht dagegen, denn man findet diese Pflanze ebenfalls in denjenigen Ländern, wo das Caeoma auf *M. annua* beobachtet wurde, und es wäre also schwer zu erklären, warum der Pilz daselbst auf eine neue Nährpflanze übergegangen ist, wenn er seine ursprüngliche Nährpflanze zur Disposition hatte.

Bei und in Ulcinj fand ich diesen reizenden Pilz immer in der Nähe von Feigenbäumen, so dass es möglich ist, dass er mit der Melampsoree, welche in Form von *Uredo* (*Uredo Ficus* Cast.) auf den Blättern des genannten Baumes vorkommt, genetisch verbunden ist. Auch habe ich eine Pappelart an den Lokalitäten, wo ich dieses Caeoma sammelte, weit und breit nie gesehen.

Aus den angeführten Gründen muss ich also die Caeomaform von *Mercurialis annua* für eine selbständige Art erklären und nenne es

Caeoma pulcherrimum n. sp.

Caeoma Mercurialis Saccardo. Sylloge fung. VII, S. 868—869 p.p. — *Caeoma Mercurialis* Passerini et Beltrani, l. c. p. p. — *Caeoma Mercurialis* Lagerheim l. c. — Thümen l. c.).

Spermogonien rundlich, 140—200 μ breit, honiggelb, später honigbraun, zwischen den Sporenlagern zerstreut; Spermatien kugelig-eiförmig bis ellipsoidisch, 4—5 μ lang, 2,5—3 μ breit, hyalin.

Sporenlager rundlich, länglich bis strichförmig, dicht stehend, zusammenfliessend, den Stengel in der Länge von 2—10 *cm* ringsum bedeckend, staubig, orangerot. Sporen meistens kugelig und ellipsoidisch, seltener oblong, nur unreife Sporen polygonal 15,4—28,6 μ lang, 15,4—22 μ breit. Membran der reifen Sporen ziemlich dünn, gelblich, dicht- und feinwarzig, jene der unreifen Sporen dick (2—2,5 μ), hyalin; Inhalt orangerot.

Auf *Mercurialis annua* L., hauptsächlich auf Stengeln, welche dadurch federkielartig aufgetrieben werden und von dicht stehenden, zusammenfliessenden, staubigen Sporenlagern bedeckt sind, seltener

von den Stengeln auf die Blattstiele, noch weniger auf die Blattspreiten übergehend.

Sicilia (BELTRANI), Ulcinj (DULCIGNO) in Montenegro (ipse), Lusitania (MOLLER, WELWITSCH).

Die zweite Uredinee von *Mercurialis annua* ist so unansehnlich, dass ich auf dieselbe nur zufälligerweise aufmerksam gemacht wurde. Als ich nämlich beim Trocknen des vorerst genannten Pilzes ein, wie es mir schien, unentwickeltes Exemplar desselben näher mit der Lupe untersuchte, fand ich zu meiner angenehmen Überraschung, dass der verdickte Stengelteil mit wohl entwickelten Pseudoperidien besetzt ist, dass ich also ausser dem *Caeoma* noch ein *Aecidium* mitgebracht habe. Ich nenne diesen neuen Pilz zu Ehren des Herrn MARKO PETROVIČ, Gouverneurs der Primorska nahija (des Küstenkreises).

Aecidium Marci n. sp.

Diagnose: Stengel oder Blattstiele bewohnend, welche infolge dessen mehr oder weniger aufgetrieben und gekrümmt werden, oder aber die Blattspreiten befallend. Flecken nur auf den Blattspreiten entwickelt, klein, unregelmässig, ledergelb.

Spermogonien 100—150 μ breit, halbkugelig, honiggelb, später honigbraun.

Pseudoperidien auf der Blattunterseite, seltener auf der Blattoberseite stehend, auf den Blattstielen und Stengelpartien ringsum zerstreut, zuerst eingesenkt, später mit weissem, zurückgebogenem, zerschlitztem Rande hervorragend, 100—200 μ im Durchmesser (ohne den Rand!), mit orangegelber Sporenmasse gefüllt.

Pseudoperidienzellen in unregelmässigen Längsreihen, im Umrisse rundlich-polygonal bis länglich-polygonal, 25—30 μ lang, 16—28 μ breit (im Zusammenhange gemessen), mit dichten, ungleichen Warzen bedeckt, dickwandig, mit stark verdickter Aussenseite und oft mit orangerotem Inhalte.

Sporen kugelig bis länglich, immer polygonal, 19,8—28,6 μ lang, 17,6—24,2 μ breit, mit dünner, glatter, gelblicher Membran und grossen goldgelben Öltropfen.

Ulcinj (Dulcigno) in Montenegro im Garten des Tanas Čilingiri am Meeresufer auf *Mercurialis annua* L.

Wie ich schon oben angedeutet habe, ist dieses Aecidium sehr unansehnlich, besonders auf den weiblichen Individuen der Nährpflanze. Ich bin überzeugt, dass es auch in anderen südlichen Ländern gefunden wird. *Aecidium Marci* stellt zugleich die dritte Uredinee von der Gattung *Mercurialis* dar.

Tábor (Böhmen), Botan. Institut der Kgl. landw. Akademie.

Benutzte Literatur.

1. Martius, Prodromus florae mosquensis. Mosquae 1812.
2. Linné, Species plantarum, cura Willdenow, VI. 2. Berolini 1825.
3. Persoon, Synopsis methodica fungorum. Goettingae 1891.
4. Winter, Rabenhorst's Kryptogamenflora, Pilze I. Leipzig 1884.
5. Jacky, Berichte der Schweizer. botan. Gesellsch. Bern 1899.
6. Beck, Verhandl. der zool.-botan. Ges. Wien 1889.
7. Voss, Ibidem. 1876.
8. Wettstein, Ibidem. 1885.
9. Magnus, Berichte des naturw.-mediz. Vereins in Innsbruck. 1891/92.
10. Bäumler, Die Pilze der Pressburger Flora II. Pressburg 1890.
11. Schröter, Pilze Schlesiens I. Breslau 1887.
12. Allescher, Verzeichniss in Südbayern beobachteter Basidiomyceten. München 1884.
13. Magnus, Abhandlungen der naturhist. Gesellsch. Nürnberg. Bd. XI, 1898.
14. Fuckel, Symbolae mycologicae. Wiesbaden 1869.
15. Massalongo, C., Academia d'Agricoltura Arti e Commercio di Verona. Vol LX, Serie 3. Verona 1883.
16. Plowright, British Uredineae. London 1889.
17. Blytt, Christiania Videnskabs-Selskabs Forhandlinger 1896, Nr. 6. Christiania 1896.
18. Karsten, Bidrag till kännedom of Finlands natur och folks. Helsingfors 1879.
19. Vestergren, Hedwigia 1903.
20. Tranzschel, Berichte der biologischen Süsswasserstation der kais. Naturforscher-Gesellschaft in St. Petersburg, Bd. I. St. Pétersbourg 1901.
21. — Travaux du Musée botanique de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. Livrais I, 1902.
22. Saccardo, Sylloge fungorum VII—XVI.
23. Nielsen und Rostrup, Oversigt kgl. danske Vidensk. Selskabs Forhandl. 1884.
24. Plowright, Gardeners' Chronicle 1891.
25. Wagner, G., Österr. botan. Zeitschr. 1896.
26. Klebahn, Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. Jahrg. VI.
27. — Dieselbe Zeitschrift Jahrg. VII.
28. — Jahrbücher für wissensch. Botanik. Bd. 34.
29. — Dieselbe Zeitschrift. Bd. 35.
30. Thümen, Instituto de Coimbra 1880. Vol. 28.
31. Lagerheim, Bolet. da Soc. Brot. 1889.
32. Passerini et Beltrani, Reale Accademia dei Lincei. Anno 280, 1882—1883.
33. Plowright, Transactions of the Norfolk and Norwich Natur. Soc. Vol. III.
34. Dietel, Verzeichnis sämtlicher Uredineen etc. Leipzig 1888.

37. J. Tuzson: Über die spiralige Struktur der Zellwände in den Markstrahlen des Rotbuchenholzes (Fagus silvatica L.).

(Mit zwei Figuren im Text).

Eingegangen am 20. Mai 1903.

Wenn man ein Stück Buchenholz in tangentialer Richtung spaltet und die abgerissene Oberfläche der Markstrahlen untersucht, so bemerkt man mit einer stärkeren Lupe feine Fäden, welche etwa so aussehen, als ob aus den Markstrahlen Pilzfäden hervorgewachsen wären.

Untersucht man ein Präparat von solch einer Markstrahl-Oberfläche mit dem Mikroskope, so findet man, dass diese Fäden spiralig gedrehte Bänder sind, welche aus den Markstrahlzellen durch den Riss herausgezogen wurden.

In den Figuren 1 und 2 ist die Rissstelle eines solchen Markstrahles im Längs- und Querschnitte abgebildet. Wie aus denselben zu entnehmen, stammen die verschieden breiten Bänder aus den inneren Schichten der Zellwände, und die regelmässige Drehung der Bänder weist darauf hin, dass die spiralige Struktur schon in den intakten Zellwandungen vorhanden sein muss.

Die abtrennbare Schicht zeigt sich in den Zellen am Querschnitte (Fig. 2) in Form eines durch die tertiäre und sekundäre Wandungsschicht gebildeten Ringes, welcher je nach der Gestaltung des Querschnittes der Zelle, verhältnismässig bald dicker, bald dünner ist, ebenso wie jene Lamelle, welche nach Abtrennung des Spiralbandes nebst der zarten primären Schicht als Wandung zurückbleibt. In Fig. 2 sieht man in einzelnen Zellen die inneren Ringe noch unabgetrennt, aus einigen derselben fehlen sie schon, und aus den anderen ragen die Spiralen hervor.

Aus dem Bilde des radialen Längsschnittes (Fig. 1) ist zu entnehmen, dass die spiralige Struktur der betreffenden Schichten, im Inneren der Zellen, als Fortsetzung der freistehenden Bänder, nur unmittelber neben der Rissfläche hervortritt. Die Spiralbänder selbst stammen aus den Zellen des entfernten Markstrahlteils. Die einfachen Tüpfel der Markstrahlzellen sind selbstverständlich an den ausgezogenen Bändern auch sichtbar.

Diese eigenartige spiralige Wandstruktur parenchymatischer Markstrahlzellen ist meines Wissens nach bisher noch nicht beschrieben und blieb unbemerkt, weil sie nur durch Riss hervortritt.

Untersucht man nämlich die inneren, nicht gerissenen Teile der

Markstrahlen, oder solche Enden derselben, welche mit dem Rasiermesser oder Mikrotome geschnitten wurden, so findet man an denselben keine Spur der Spiralen; und das Vorhandensein dieser Struktur kann weder durch Färbung, noch durch die Untersuchung der Lichtbrechungseigenschaften der Zellwände wahrgenommen werden. —

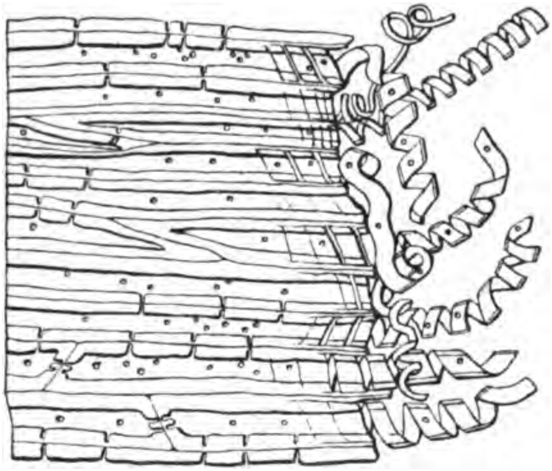


Fig. 1. $\frac{580}{1}$.

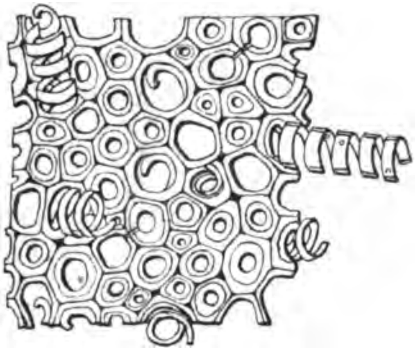


Fig. 2. $\frac{580}{1}$.

Diesbezüglich habe ich auch durch Pilze zersetztes Buchenholz untersucht, der spiralige Bau der Markstrahlenzellen trat aber auch infolge der Zersetzung nicht hervor.

Der beschriebenen Struktur der Markstrahlzellen des Rotbuchenholzes forschte ich auch bei anderen Holzarten nach und untersuchte diesbezüglich *Quercus Cerris*, *Q. sessiliflora*, *Ailantus glandulosa*, *Car-*

pinus Betulus, *Ostrya carpinifolia*, *Betula verrucosa*, *Alnus incana*, *Ulmus campestris*, *Tilia platyphylla*, *Platanus orientalis*, *Acer Pseudoplatanus*, *Prunus avium*, *Robinia Pseudacacia*, *Fraxinus excelsior*, *Sorbus Aucuparia*, *Pinus silvestris* und *Picea excelsa*. — Die Untersuchung ergab, dass sich zwar durch den Riss Spiralbänder in so auffallender Länge, wie bei *Fagus silvatica*, bei keiner der obigen Holzarten abtrennen liessen; es war jedoch bei den meisten der untersuchten Hölzer infolge des Risses und knapp an der Rissfläche eine spiralförmige Struktur der Zellwände zu beobachten. Dies trat deutlich hervor in den mehrschichtigen Markstrahlen der oben genannten *Platanus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Ostrya*, *Robinia*, *Ailantus*, *Carpinus* und *Acer*; es war kaum wahrnehmbar bei *Tilia*, *Prunus*, *Fraxinus* und schien ganz zu fehlen an den feinen Markstrahlen von *Sorbus*, *Betula*, *Alnus* und den zwei Koniferenhölzern.

Bei den erstgenannten Hölzern war die Erscheinung am Längsschnitte, in den Enden der Zellen, etwa dieselbe, wie es — abgesehen von den freistehenden Spiralen — Fig. 1 zeigt; bei einigen und unter diesen besonders an den Präparaten von *Platanus*, *Ostrya* und *Quercus* aber waren auch abgetrennte Spiralen zu sehen, besonders an den Querschnitten, an welchen durch Drehung der Mikrometerschraube des Mikroskopes solche Spiralbänder beobachtet werden konnten, wie das in Fig. 1 unten abgebildete[1]).

Die spiralige Struktur der Zellwände der Markstrahlen ist also bei den Hölzern mit dicken, mehrschichtigen Markstrahlen eine ziemlich verbreitete Eigenschaft. Sie verleiht den betreffenden Zellen, sowie auch dem ganzen Holzkörper eine gewisse Festigkeit und Elastizität. Solche Markstrahlen dienen also im Stamme nicht nur als Speicherungsorgane, Umwandlungsorte für die verschiedenen Nährstoffe und Kommunikationen in horizontaler Richtung, sondern tragen auch zur Festigkeit des Stammes bei.

Die spiralige Struktur schützt also einerseits die Markstrahlzellen selbst vor Zusammendrückung durch die benachbarten anderen Elemente des Holzes, und andererseits verleiht sie dem Stamme Widerstandsfähigkeit und Elastizität besonders gegen Torsionswirkungen.

In dem durch *Trametes stereoides* (Fr.) zersetzten, rotfaulen Buchenholze[2]) fand ich häufig ganz morsche Stellen, in welchen aber die dicken Markstrahlen, weil sie als Entstehungsorte der Schutz-

1) Ich muss bemerken, dass bei der Anfertigung des Präparates es hauptsächlich darauf ankommt, die Rissfläche unverändert unter das Mikroskop zu bringen, daher mit grosser Sorgfalt vorgegangen werden muss

2) Siehe ausführlicher: „Anatomische und mykologische Untersuchungen über den falschen Kern und die Zersetzung des Rotbuchenholzes". „Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn." Bd. XIX. 1903.

sekrete am besten konserviert sind, in Form von ganz frei stehenden, braunen Bändern noch gut erhalten waren. An diesen fand ich, dass sie in ihrer Längsrichtung eine bedeutende federnde Kraft besitzen. Dies ist meines Erachtens nach grösstenteils der spiraligen Struktur der Wandungen zuzuschreiben und wird gewiss an isolierten, dickeren Markstrahlen anderer Hölzer ebenfalls zu beobachten sein.

38. A. J. Nabokich: Über den Einfluss der Sterilisation der Samen auf die Atmung.

Eingegangen am 22. Mai 1903.

Ein Teil der bei den Versuchen über die Atmung der Pflanzen konstatierten Kohlensäure ist zweifellos denjenigen Mikroorganismen zugehörig, welche auf der Oberfläche der Samen, Keimlinge, Blätter, Zwiebeln und anderer derartiger physiologischer Objekte vegetieren. Ein Versuch, diese sozusagen „bakterielle" Kohlensäure zu messen, wurde in neuester Zeit von Herrn POLOWZOFF unternommen. Indem der Autor die Atmung sterilisierter und nicht sterilisierter Samen mit einander verglich, fand er bei dreien seiner Versuche, dass die unsterilisierten Kulturen um 22, 54 und 24 pCt. mehr Kohlensäure ausscheiden, als sterilisierte[1]). Dieser Hinweis des Herrn POLOWZOFF hat eine grosse methodische Bedeutung, weil wir dadurch gezwungen werden, uns ausserordentlich skeptisch zu verhalten gegen alle diejenigen Atmungsversuche, bei welchen auf das Vorhandensein von Mikroorganismen nicht genügend Aufmerksamkeit verwendet wurde. Zu dieser letzteren Kategorie gehört aber die grösste Mehrzahl aller bis jetzt über dieses Thema aufgestellten Versuche.

Wie soll man sich nun zu den Resultaten derselben verhalten? Verdienen alle die ziffernmässigen Angaben Glauben, welche bis jetzt in den zahlreichen Arbeiten über Atmung erhalten worden sind? Diese Frage verdient, meiner Meinung nach, ernsteste Beachtung. Zu ihrer Beantwortung habe ich einige Versuche angestellt, die als Kontrolle der POLOWZOFF'schen Versuche dienen. Diesen letzteren ist, beiläufig bemerkt, der Vorwurf zu machen, dass der Autor den Einfluss des Antisepticums, mit dessen Hilfe er die Bakterien aus

1) W. W. POLOWZOFF: „Untersuchungen über die Atmung der Pflanzen". Berichte der Kaiserl. Akademie der Wissenschaft, VIII. S, Bd. XII, Nr. 7, S. 14–16.

den sterilen Samenportionen entfernte, gänzlich unberücksichtigt gelassen hat: er behandelte die nicht sterilisierten Kulturen überhaupt nicht mit Brom, obgleich doch die Wirkung des Broms auf die Atmung der Samen bis jetzt noch völlig unbekannt ist. Ebenso unerforscht blieb auch bis jetzt die Wirkung des Sublimates auf die Atmung, obgleich dasselbe in einer Lösung von 1 : 1000 ebenfalls zur Sterilisierung der Samen angewendet wird. Aus meinen Versuchen hat sich indessen bereits seit langer Zeit ergeben, dass sowohl Brom als auch Sublimat, und zwar schon in sehr schwachen Konzentrationen, nicht selten hemmend auf das Wachstum der Samen (*Secale*, *Triticum*) einwirken. Infolgedessen war ich geneigt, diese abgeschwächte Atmung der sterilen Kulturen gleichfalls der hindernden Wirkung des Antisepticums als solchen zuzuschreiben, nicht aber der Abwesenheit der Mikroorganismen. Diese Frage konnte natürlich nur durch spezielle vergleichende Versuche gelöst werden, bei welchen einerseits die Atmung von gleichartig mit dem Antisepticum behandelten sterilen und nicht sterilen Samenportionen — und andererseits von solchen Samenportionen zu untersuchen waren, die mit dem Antisepticum behandelt wurden, sowie solche ohne antiseptische Behandlung, die aber beide gleichmässig mit Mikroorganismen infiziert wurden. Ich stellte zwei Serien solcher vergleichenden Versuche im Laboratorium des Landwirtschaftlichen Instituts zu Nowo-Alexandria an. Die Bestimmung der Kohlensäure geschah in PETTENKOFER'schen Röhren mit Barytlösung unter Beobachtung grösstmöglicher Sorgfalt.

Die Methode ist so allgemein bekannt, dass ich es für überflüssig halte, auf ihre Beschreibung näher einzugehen, ebenso wenig wie auf die Beschreibung der Sterilisation der Samen[1]). Erwähnt sei nur, dass anfänglich einige Schwierigkeiten zu überwinden waren bezüglich der Wahl geeigneter Behältnisse für die Samen, bis ich auf die Idee kam, hierzu eben die PETTENKOFER'schen Röhren, nur mit entsprechend weiterem Durchmesser (ca. $^1/_2$ *m* lang, Fassungsraum 300 *ccm*), anzuwenden. Diese Röhren fassten bequem 80 Stück aufpequollene Samen von *Phaseolus*, mit welchen die Mehrzahl der Versuche angestellt wurde. Die Samen wurden trocken in die Röhren gebracht und in denselben sterilisiert, gewaschen (durch ein Syphon-System mit Wattepfropfen) und dann zum Aufquellen gebracht. Die Kohlensäurebestimmung begann schon in den ersten Stunden, vom Momente der Anfeuchtung der Samen an gerechnet, und wurde dann ununterbrochen, im Verlaufe von 36—48 Stunden und mehr, fortgesetzt, wobei das Baryt nach je 4 Stunden, sowohl am Tage als auch Nachts, gewechselt wurde. Die Versuche wurden im Laboratorium

1) Hierzu vgl. Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch. 1901, Heft 4.

unter meiner unmittelbaren Aufsicht von Studierenden ausgeführt. Die Anfertigung der sterilen Kulturen aber wurde stets von mir persönlich ausgeführt, um jegliche Fehler und Irrtümer zu vermeiden.

Wir gehen nun zu den Resultaten über.

Erster Versuch.

Zwei Portionen Samen von *Phaseolus vulgaris* L., je 80 Bohnen, 47,49 *g* Gewicht, wurden während einer halben Stunde mit Brom 1 : 500 behandelt; nach dem Auswaschen des Broms wurde die erste Portion mit bakterienhaltigem Wasser infiziert, welches durch das Aufquellen von nicht sterilisierten Samen derselben *Phaseolus* erhalten wurde. Die Bestimmung der CO_2 erfolgte 14 Stunden nachdem die Samen mit Brom behandelt waren. Der Versuch wurde ausgeführt von Herrn KOSZELEZKI.

Kohlensäure in Milligramm.

Vierstündige Versuchsperioden	1. Infiziert	Temperatur der Perioden °C.	2. Sterilisiert	Differenz zwischen 1 und 2
1	21,1	20,0	18,8	+ 2,3
2	35,2	18,5	30,8	+ 4,4
3	37,0	18,5	31,6	+ 5,4
4	**39,6**	18,7	**33,0**	+ 5,4
5	35,6	18,3	30,0	+ 5,6
6	31,6	17,5	30,0	+ 1,6
7	35,2	17,5	28,0	+ 6,4
8	38,0	17,0	31,6	+ 7,4
9	55,6	17,0	36,0	+ 19,4
10	55,6	19,3	41,2	+ 14,4
11	54,4	19,5	42,0	+ 12,4
12	67,9	18,8	43,1	+ 24,8
13	66,3	17,8	37,3	+ 29,2
1—13.	574,1	—	433,4	+ 140,7

Das Ergebnis dieses Versuches ist ausserodentlich anschaulich. Die infizierte Kultur scheidet nach 52stündiger Versuchszeit 140,7 *mg* mehr Kohlensäure aus, als die sterilisierte; es ist also den Mikroorganismen auf diese Weise ungefähr $^1/_4$ der gesamten ausgeschiedenen Kohlensäure zuzuschreiben (24,5 pCt.).

Zweiter Versuch.

Zwei Portionen Samen von *Phaseolus vulgaris* L., je 80 Bohnen und von je 44,7 *g* Gewicht, wurden während einer halben Stunde mit Brom 1 : 500 behandelt. Die erste Portion wurde mit dem Wasser der aufgequellten, nicht sterilisierten Samen derselben *Phaseolus* infiziert. Die Bestimmung der CO_2 erfolgte 17 Stunden nach der Behandlung mit Brom. Der Versuch wurde ausgeführt von Herrn KUMOFF.

Kohlensäure in Milligramm.

Vierstündige Versuchsperioden	1. Infiziert	Temperatur der Perioden ° C.	2. Sterilisiert	Differenz zwischen 1 und 2
1	16,4	19,5	19,6	− 3,2
2	**23,8**	19,5	**24,4**	− 0,6
3	20,8	19,3	23,8	− 3,0
4	19,6	18,5	22,0	− 2,4
5	18,0	17,9	21,6	− 3,6
6	20,0	17.5	18,8	+ 1,2
7	24,0	17,5	19,6	+ 4,4
8	32,8	18,1	27,2	+ 5,6
9	40,0	18,2	26,8	+ 13,2
10	49,2	18,6	27,2	+ 22,0
11	54,4	18,8	27,2	+ 27,2
12	57,2	18,9	27,6	+ 29,6
13	59,6	19,0	28,0	+ 31,6
14	60,0	18,7	30,4	+ 29,6
1−14.	495,8	—	344,2	+ 151,6

Trotzdem also die infizierte Portion während der ersten Tage schwächer atmete, als die sterile, so schied sie dennoch im Laufe des Versuches, d. i. nach 56 Stunden, um 151,6 *mg* oder 30,5 pCt. mehr aus als die Kontrollkultur.

Es geht also aus den angeführten beiden Versuchen deutlich hervor, dass die Mikroorganismen unter keinen Umständen ignoriert werden dürfen, falls die Versuche länger als $1^1/_2$—2 Tage fortgesetzt werden und der Experimentator mit absoluten Bestimmungsgrössen von CO_2 zu rechnen hat.

Dieselbe Folgerung ergiebt sich auch aus den Resultaten des dritten und vierten Versuches, die unter etwas modifizierten Bedingungen ausgeführt wurden.

Dritter Versuch.

Zwei Portionen Samen von *Phaseolus vulgaris* L. (grossbohnige Sorte, zum Unterschied von den vorangegangenen Versuchen), je 80 Bohnen von je 57,2 *g* Gewicht, wurden zwecks Sterilisation während einer halben Stunde mit einer Sublimatlösung 1 : 1000 behandelt. Bestimmung der Kohlensäure zwei Stunden nach der Sublimatbehandlung. Die Infizierung der ersten Portion erfolgte durch nichtsterilisierte Kultur. Der Versuch wurde ausgeführt von Herrn SSAWTSCHENKO-BJELSKI.

Kohlensäure in Milligramm.

Vierstündige Versuchsperioden	1. Infiziert	Temperatur der Perioden ° C.	2. Sterilisiert	Differenz zwischen 1 und 2
1.	8,1	18,0	14,4	− 6,3
2.	32,8	16,9	33,0	− 0,2
3.	38,7	16,4	**44,2**	− 5,5
4.	39,3	17,2	41,6	− 2,3
5.	58,3	18,9	56,9	+ 1,4
6.	80,0	20,3	75,8	+ 4,2
7.	96,5	20,2	80,9	+ 15,6
8.	113,4	19,5	82,1	+ 31,3
9.	118,6	20.1	89,0	+ 29,6
10	148,6	20,8	96,8	+ 51,8
1–10	734,3	—	614,7	+ 119,6

Ungeachtet der geringeren Zeitdauer dieses Versuches (48 Stunden) finden wir dennoch auch bei diesem Versuche, dass die infizierte Kultur viel energischer atmete als die sterile (+ 16,3 pCt.).

Vierter Versuch.

Zwei Portionen Samen von Viktoria-Erbsen, 60,745 *g* und 60,254 *g* Frischgewicht resp. 55,096 *g* und 55,288 *g* Trockengewicht, wurden während einer halben Stunde mit Sublimatlösung 1 : 1000 sterilisiert und unmittelbar nach der Sublimatbehandlung zum Atmungsversuche verwendet. Die Bestimmung der Kohlensäure wurde von Herrn WLOTSCHEWSKY ausgeführt.

Kohlensäure in Milligramm.

	Vierstündige Versuchsperioden	1. Infiziert	Temperatur der Perioden °C.	2. Sterilisiert	Differenz zwischen 1 und 2
I. Tag	1	11,9	17,0	13,7	− 1,8
	2	41,0	17,0	40,1	+ 0,9
	3	57,9	16,5	60,2	− 2,3
	4	59,3	15,8	61,7	− 5,4
	5	58.4	15,3	60,2	− 1,8
	6	62,0	16,4	54,7	+ 7,3
II. Tag	7	63,7	16,2	62,0	+ 1,7
	8	78,4	17,0	72,0	+ 6,4
	9	90,3	17,0	78,4	+ 11,9
	10	90,3	16,6	75,7	+ 14,6
	11	101,2	17,0	79,3	+ 21,9
	12	113,1	17,0	81,2	+ 31,9
III. Tag	13	108,5	17,5	87,5	+ 21,0
	14	133,1	17,8	95,8	+ 37,3
	15	126,8	17,4	91,2	+ 35,6
	16	142,3	17.3	101.2	+ 41,1
	17	135,0	16,8	96,7	+ 38.3
	18	127.7	16.8	80,0	+ 47,7
	19	124,9	17,0	73.0	+ 51,9
	20—22.	—	—	—	—
IV. Tag	23	145,0	15,0	99,4	+ 45,6
	25—29 . . .	—	—	—	—
	30	158,7	16,5	85,7	+ 73,0
V. Tag	31—37 . . .	—	—	—	—
	38	172,4	16,0	77,5	+ 94,9
	1—19	1725,8	—	1367 1	+ 359 4
	23, 30, 38	476,1	—	262,6	+ 213,5

Es weisen also alle die Versuche übereinstimmend auf die höchst lebhafte Anteilnahme der Mikroorganismen an der Bildung desjenigen Kohlensäurequantums hin, welches in der Mehrzahl der wissenschaftlichen Experimente bis in die neueste Zeit ausschliesslich der Atmung der Samen selbst zugeschrieben wurde. Allerdings ist die Atmung der Bakterien und der keimenden Sporen der Schimmelpilze anfänglich nur schwach wahrnehmbar; im Verlaufe der ersten Tage vom Moment der Anfeuchtung der Samen an gerechnet, kann

man zweifellos die Mikroorganismen ruhig ignorieren. Wie Versuch 2 zeigt, begannen die Bakterien ihre Lebenstätigkeit in merkbarer Weise erst nach 37 Stunden seit der Anfeuchtung zu äussern; im dritten Versuche aber wurde die energische Atmung der Mikroorganismen bereits nach 20 Stunden seit der Anfeuchtung der Samen beobachtet. Die Differenz in diesen Versuchen ist aber sehr begreiflich, weil im letzteren Falle die Infizierung durch ein an Ansteckungsstoffen sehr reiches Wasser erfolgte, welches einer dreitägigen, nichtsterilisierten Kultur von *Phaseolus* entnommen worden war. Wenn nun aber auch, wie nochmals gesagt sein möge, während der ersten Versuchstage die Mikroorganismen ignoriert werden können, so ist letzteres späterhin schon höchst gewagt. Wir haben bereits oben auf Grund unserer Versuche ausgerechnet, dass auf den Anteil der Mikroorganismen 16—30 pCt. der gesamten Kohlensäure anzurechnen sind, jedoch bezieht sich diese Berechnung auf die ganze Kulturperiode. Wenn wir aber nur die zweite Hälfte dieser Periode in Betracht ziehen, während welcher gerade die Mikroorganismen ihre Lebenstätigkeit zu äussern beginnen, so erscheint unsere erste Schätzung viel zu niedrig gegriffen. Und tatsächlich, wenn wir die Kohlensäuremengen, welche von den infizierten und sterilisierten Samenportionen während der zweiten Hälfte der Versuche ausgeschieden werden, unter sich zusammenstellen, so erhalten wir folgende starke Differenzen:

Kohlensäure in Milligramm.

Versuche	I	II	III	IV	
Perioden . . .	9–13	9–14	7–10	9–19	23–38
Infiziert . . .	299,8	320,4	477,3	1293,2	476,1
Sterilisiert . .	199,6	167,2	348,8	940,0	262,6
Differenz in pCt.	33	48	27	37	81

Es ist ohne weitere Erläuterungen verständlich, dass der Experimentator nach 16—20stündiger Versuchsdauer 100—150 *mg* Kohlensäure unmöglich ignorieren kann, umsomehr, als dies $^1/_4$ bis $^1/_3$ der gesamten berechneten Gasquantität darstellen würde; am 3. oder 4. Kulturtage würde der Fehler noch grösser werden können (Schimmelbildung). In der Literatur finden wir trotzdem nicht wenig Versuche, bei welchen die Atmung in den verunreinigten Kulturen sogar noch am sechsten Tage und noch später fortgesetzt untersucht wurde.

Wir gehen nunmehr zur Erklärung desjenigen Einflusses über, welchen die Sterilisation durch Brom und Sublimat auf die Atmung ausübt. Hierzu müssen wir zunächst nochmals auf die oben angeführten Ergebnisse zurückkommen.

Im Verlaufe der Atmung der untersuchten Samenportionen beobachteten wir eine gewisse Sprunghaftigkeit, welche ich durch fette Schrift der betreffenden Ziffern hervorgehoben habe. Normalerweise wäre zu erwarten gewesen, dass die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure sich allmählich mit jeder Stunde der Kultur ohne jegliche Abweichungen gesteigert hätte. In den angeführten Fällen beobachtet man aber im Gegenteil gleich nach der deutlichen Erhöhung der Atmungstätigkeit im Anfange des Versuches, später aber stets für eine gewisse Zeit, einen Stillstand (3. Versuch, infiziert), oder sogar eine bedeutende Abschwächung in der Energie der Kohlensäureausscheidung (alle übrigen 5 Portionen). Da wir nun in allen Fällen mit Samen zu tun hatten, welche antiseptisch behandelt worden waren, so ist es natürlich, dass die konstatierte Erscheinung auf die Einwirkung eben dieser Antiseptica zurückgeführt werden kann: Brom und Sublimat wirken anfänglich erhöhend auf die Atmungsenergie, später aber tritt unter dem Einflusse der Antiseptica die entgegengesetzte Reaktion ein, bis schliesslich im Laufe der Zeit die Einwirkung der Reagentien aufhört und die Samen auf ihren normalen Zustand zurückkehren. Diese Deutung erscheint mir als höchst wahrscheinlich in Anbetracht der Reihe von Beobachtungen, welche in letzter Zeit über die Wirkungen anaesthesierender Substanzen auf die Atmung angestellt worden sind (JOHANSEN, JACOBI, MARKOWIN u. a. m.). Zur endgültigen Lösung der Frage schien es uns jedoch wünschenswert, noch einige Parallelversuche anzustellen, in welchen unmittelbare Vergleichungen zwischen der Atmung von anaesthesierten Samenportionen mit nicht anaesthesierten stattfinden sollten. Derartige Versuche konnten natürlich nicht an sterilisiertem Materiale vorgenommen werden, vielmehr musste die mit Brom oder Sublimat behandelte Portion, um sie mit der Kontrollportion unter gleiche Bedingungen zu setzen, ihrerseits mit Mikroorganismen infiziert werden. Ich will an dieser Stelle die erhaltenen Resultate mitteilen.

Erster Versuch.

Hierzu wurden zwei Portionen von *Phaseolus vulgaris* L. verwendet, von je 80 Bohnen und je 47,8 *g* Gewicht. Die zweite Portion wurde eine halbe Stunde lang mit Brom 1 : 750 behandelt, dann gewaschen und mit dem Aufgusswasser der (12 Stunden lang) gequellten Bohnen der ersten Portion infiziert. Die Berechnung der

Kohlensäure erfolgte 24 Stunden nach der Anfeuchtung der Samen. Der Versuch wurde ausgeführt von Herrn KOSZELEZKI.

Kohlensäure in Milligramm.

Vierstündige Versuchsperioden	1. Wasser	Temperatur der Perioden °C.	2 Brom 1:750
1.	28,0	17,5	**40,8**
2.	33,6	19,0	30,4
3.	36,8	20,0	30,8
4.	40,8	18,7	34,4
5.	52,0	18,2	46,6
6	64,8	17,5	60,4
7.	65,6	17,0	64,8
8.	66,4	17,8	76,0
9.	76,8	19,2	80,8
10.	82,4	20,0	84,8
11.	83,2	20,0	85,6

Zweiter Versuch.

Zwei Portionen *Phaseolus vulgaris* L., je 47,78 *g* Gewicht; die zweite Portion wurde während einer halben Stunde mit Brom 1 : 500 behandelt und dann mit Bakterien der ersten Portion infiziert. Die Bestimmung der Kohlensäure begann 14 Stunden nach der Anfeuchtung der Samen. Der Versuch wurde ausgeführt von Herrn KOSZELEZKI.

Kohlensäure in Milligramm.

Vierstündige Versuchsperioden	1. Wasser	Temperatur der Perioden in °C.	2. Brom 1:500
1	26,8	17,0	24,4
2	28,0	17,5	24,8
3	32,0	18,2	30,4
4	30,0	18,0	**31,2**
5	34,4	17,5	30,4
6	32,8	17,5	27,2
7	44,8	17,8	28,0
8	56,4	18,5	31,6

Vierstündige Versuchsperioden	1. Wasser	Temperatur der Perioden in ° C.	2. Brom 1 : 500
9	74,4	19,5	41,6
10	76,8	20,5	47,6
11	75,2	19,7	56,0
12	76,8	19,0	64,0
13	75,2	18,7	62,8
14	75,2	18.5	65,6
15	83,6	19,0	72,8
16	80,8	18,7	71,2
17	80,4	18,3	69,6
18	80,0 Schimmelbildung	17,0	68,0

Dritter und vierter Versuch.

Es wurden vier Portionen von *Phaseolus vulgaris* L. zu je 80 Bohnen und je 44,5 *g* Gewicht verwendet; die zweite und vierte Portion wurden auf je eine halbe Stunde mit Brom 1 : 500 behandelt, dann gewaschen und infiziert; 13stündige Aufquellung aller vier Portionen in Wasser. Die Bestimmung der Kohlensäure erfolgte nach 14 Stunden; dieselbe wurde ausgeführt von den Herren KUMOFF und PAWLOFF.

Kohlensäure in Milligramm.

Vierstündige Versuchsperioden	1. Wasser	Temperatur der Perioden ° C.	2. Brom 1 : 500	3. Wasser	Temperatur der Perioden ° C.	4. Brom 1 : 500	Vierstündige Versuchsperioden
1.	19,2	16,7	19,6	22,4	16,6	20,8	1.
2.	20,8	17,0	21,6	24,8	16,6	22,4	2.
3.	21,6	16,9	**24,0**	30,0	16,5	22,8	3.
4.	22 4	16,5	22,0	31.2	17,5	27,2	4.
5.	25,6	16,0	22,0	31,6	18,0	**29,6**	5.
6.	41,2	15:5	20,4	32,0	19.2	28,4	6.
7.	52,4	15,7	20,0	39,6	19,0	33,2	7.
8.	64.0	17,0	24,4	60,0	19,0	35,6	8.
9.	70,8	17,5	26,4	78,8	—	46,8	9.

Fünfter und sechster Versuch.

Verwendet wurden vier Portionen zu je 80 Bohnen einer grosssamigen *Phaseolus vulgaris*-Sorte in den unten angegebenen Gewichtsmengen; die zweite und vierte Portion wurden während einer halben Stunde mit Sublimat 1 : 1000 behandelt, darauf gewaschen und zugleich mit den Portionen 1 und 3 in Wasser zum Aufquellen gebracht; Infizierung mit Mikroorganismen. Die Bestimmung der Kohlensäure begann 13 Stunden nach der Anfeuchtung und wurde ausgeführt von Herrn SSAWTSCHENKO-BJELSKI.

Kohlensäure in Milligramm.

Vierstündige Versuchsperioden	57,9 *g* 1. Wasser	Temperatur der Perioden ° C.	58,5 *g* 2 Sublimat	60,5 *g* 3. Wasser	Temperatur der Perioden ° C.	58,2 *g* 4. Sublimat	Vierstündige Versuchsperioden
1.	48.4	18,2	**55,2**	51,0	20,2	**48,6**	1.
2.	49,2	18,8	50,4	49,0	19,0	46,6	2.
3.	50,0	19,0	48,2	48,8	17,7	42,1	3.
4	49,5	18,2	46,8	52,5	17,4	47,8	4.
5.	49,4	17,1	48,4	62,5	17.5	51,4	5.
6.	57,8	17,3	53,0	69,2	18,0	59,2	6.
7.	76,8	17,9	69,8	96,0	18,2	69,6	7.
8.	86,4	20,5	76,8	90,6	17,7	72,8	8.
9.	116.0	21,3	90,0	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
12.	134,4	19,1	98,0	103,0	92,0	92,0	12.
—	Trockengewicht nach dem Versuche 49,5 *g*	—	Trockengewicht nach dem Versuche 49.0 *g*	—	—	—	—

Alle mitgeteilten Versuche zeigen, ziemlich übereinstimmend mit einander, die spezifische Einwirkung des Broms und des Sublimates auf die Atmung der sterilisierten Samen. Während die nichtsterilisierten Samen höchst regelmässig und successive ihre Atmungstätigkeit steigern, so reagieren im Gegenteile die sterilisierten Samen sehr energisch auf die Behandlung mit Brom und Sublimat: anfänglich nimmt ihre Atmungsenergie merkbar zu, um nach einer gewissen Zeit wieder zu sinken. Es muss also der Sprung im Gange der Atmung, von welchem wir gelegentlich unserer ersten Versuchsserie sprachen, tatsächlich durch die Einwirkung der Antiseptica erklärt werden, denn er wird gleicherweise sowohl bei den sterilisierten, als

auch bei den infizierten Kulturen beobachtet, wenn dieselben der Behandlung mit Brom oder Sublimat unterworfen wurden.

Wir sehen also, dass der Sterilisationsprozess nicht ohne Einwirkung auf die Samen verläuft; obgleich nur die trockenen Samen einer antiseptischen Behandlung unterworfen wurden und diese letztere nur in Form von sehr verdünnten Lösungen (1 : 500 bis 1 : 1000) und auf sehr kurze Zeitdauer (30 Minuten) angewendet wurde, so reagierten die Pflanzen dennoch energisch auf die Sterilisation, und die Einwirkung des Antisepticums war von ziemlich langer Zeitdauer. Es wäre sehr interessant, die Zeitdauer der Einwirkung der Antiseptica näher zu bestimmen, da man doch nun einmal genötigt ist, bei der Anstellung der verschiedenen Atmungsversuche sich der Sterilisation der Samen bedienen zu müssen. Gewisse Schlussfolgerungen hierüber können bereits auf Grund der obenerwähnten Versuche gezogen werden, obgleich die Bestimmung der Kohlensäure in den gegebenen Fällen immer erst nach vierstündigen Zeitpausen stattfand.

In nachstehender vergleichender Tabelle gebe ich die der betreffenden Frage entsprechenden Ergebnisse. Dem Atmungsverlaufe der sterilisierten Samenportionen gemäss kann man daraus nach Stunden ausrechnen: 1. den Moment des Eintritts des ersten Optimums, und 2. den Moment des Wiedereintretens der normalen Atmung nach der zeitweisen Abschwächung der letzteren unter dem Einflusse der Antiseptica. Die letzte Ziffernreihe gibt uns auch eine gewisse Vorstellung über die Zeitdauer der Einwirkung des Sublimates und des Broms. Alle Berechnungen sind vom Momente der Anfeuchtung der Samen durch die Antiseptica an aufgestellt worden.

Phaseolus vulgaris.

Nummern der Reihenfolge	Erstes Optimum im Verlaufe der Atmung in Stunden	Wiedereintritt der normalen Atmung in Stunden	Charakter des Antisepticums
1	30	46	Brom
2	30	48	„
3	25	45	„
4	25	49	„
5	28	44	„
6	30	46	„
7	25	45	„
8	38	41	„
9	14	22	Sublimat
10	17	37	„
11	17	33	„

Pisum sativum.

Nummern der Reihenfolge	Erstes Optimum im Verlaufe der Atmung in Stunden	Wiedereintritt der normalen Atmung in Stunden	Charakter des Antisepticums
12	16	—	Sublimat
13	16	32	„

Anmerkung: In dieser Tabelle sind nur die Ergebnisse der ersten Portion des dritten Versuches (der ersten Serie) nicht mit inbegriffen, weil die Mikroorganismen durch ihre verstärkte Ausscheidung von CO_2 den Gang der Atmung augenscheinlich verdeckten.

Auf Grund dieser Tabelle ist ersichtlich, dass beide Antiseptica im Laufe von $1^1/_2$ bis 2 Tagen auf die Samen einwirken; diese Berechnung ist schwerlich als übertrieben zu betrachten.

39. F. Tobler: Über Vernarbung und Wundreiz an Algenzellen.

Mit Tafel XIV.

Eingegangen am 23. Mai 1903.

Unter Vernarbung begreifen wir in erster Linie die an einer Wundstelle des Pflanzenkörpers auftretende Reaktion, die Umwandlung eines durch die Verletzung freigelegten Zellteiles und seine Anpassung an die neue Funktion als Aussenteil bezweckt, ohne vorerst die Anregung zu weitergehenden Neubildungen mit einzuschliessen[1]). Da in Geweben die verletzte Zelle selbst meist zu Grunde geht, so vollzieht sich die Reaktion an den der Wunde benachbarten Zellen. Die äusserste unverletzte pflegt die Funktion der verletzten und absterbenden zu übernehmen. Dieser einfachste Fall tritt uns häufig bei *Spirogyra* und *Ectocarpus*, überhaupt fadenförmigen Algen entgegen[2]). Indes will MASSART für diese Organismen nicht

1) Vgl. W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie. II. 2. Aufl. 1901, S. 155.
J. MASSART, La cicatrisation chez les végétaux. Mém. couronnés de l'acad. de Belgique. LVII. 1898, p. 3.

2) E. KÜSTER, Über Vernarbungs- und Prolifikationserscheinungen bei Meeresalgen. Flora. 1899, S. 143.

von einer eigentlichen Vernarbung sprechen[1]). Höchstens will er Vernarbung anerkennen für die verzweigten Formen, aber findet es auch hier für die von ihm erwähnten Fälle besser, den Begriff réparation zu gebrauchen. Da die Differenz in der Ausbildung der Membranen gegen aussen und gegen die Nachbarzelle hier nicht vorhanden oder geringfügig ist, so tritt an der durch Tod einer Zelle zur Aussenwand werdenden früheren Querwand höchstens als Reaktion eine Vorwölbung in die tote Zelle oder ihren Rest ein. Dass übrigens eine solche Vorwölbung mehr als eine blosse Turgescenzerscheinung vorstellen kann, lehrt uns BITTER's Beobachtung an *Microdictyon*[2]), wo nur die unter einer toten Zelle belegene sich in Form einer halbkugeligen Kuppe vorstülpt, „so dass es so aussieht, als sei sie das terminale Ende eines freigewachsenen Fadens am Thallusrande".

Dass ausserdem als Folge der Verletzung an der Nachbarzelle ein Adventivwachstum (Verzweigung) angeregt wird, fällt erst recht aus dem Rahmen der unmittelbaren Schutzreaktion hinaus. Indes hat schon DE WILDEMAN darauf hingewiesen[3]), dass doch nur bei oberflächlicher Betrachtung dies in der Tat die häufigste oder einzige Reaktion einfacher Fadenzellen zu sein pflegt. Vielmehr lehrt er uns an *Trentepohlia* u. a. ein Auswachsen der Nachbarzelle in die tote Zelle hinein und Ergänzung des Gliederfadens auf diesem Wege, bisweilen noch gefolgt von Astbildung, als verbreitete Wundreaktion kennen. Ebenfalls an *Trentepohlia* beschreibt BRAND[4]) die Bildung gallertiger „Cellulosehütchen" aus den Membranresten abgestorbener Spitzenzellen oder terminaler Sporangien. Hier liegt lediglich Vernarbung im einfachsten Sinne vor.

Einer wirklichen Vernarbung nähert sich die von KLEBS[5]) beschriebene Neubildung der Membran bei dem durch Plasmolyse von der Wand abgelösten Protoplasten verschiedener Algen (*Spirogyra* u. a.) Dieser Fall verdient auch deshalb eine Trennung von den oben genannten Phänomenen, weil bei ihm die angegriffene Zelle selbst nicht abstirbt. Alle die einfachen Erscheinungen von Auftreten einer neuen Aussenwand (resp. Umbildung zur Aussenwand) gingen davon aus, dass die verletzte Zelle des fadenförmigen Organismus zu Grunde geht, wie es denn auch MASSART und DE WILDEMAN so annehmen.

---

1) MASSART, l. c. S. 5.

2) G. BITTER, Zur Morphologie und Physiologie von *Microdictyon umbilicatum*. Jahrb. für wissensch. Bot. XXXIV. 1899/1900, S. 222.

3) E. DE WILDEMAN, Sur la réparation chez quelques algues. Mém. couronnés de l'acad. de Belgique. LVIII. 1898/99, p. 6f.

4) F. BRAND, Zur näheren Kenntnis der Algengattung *Trentepohlia*. Beihefte zum Bot. Centralbl. XII. 1902, S. 203.

5) G. KLEBS, Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Untersuchungen aus dem Botan. Institut Tübingen. Herausgegeben von W. PFEFFER. II. 1888, S. 489.

Durch die Zerreissung der Membran tritt meist wohl ein Teil des Protoplasmas aus. Der Rest innerhalb der Zelle oder überhaupt schon der durch Beschädigung der Wand gestörte Protoplast vermag keine neue Membran zu bilden und stirbt ab.

Es ist klar, dass da, wo die Wandbildung im Organismus selbst in der Regel unterbleibt, bei den Siphoneen, natürlich dem Protoplasma stets, auch nach Austritt eines Teiles davon die Fähigkeit des Verschlusses der Wunde mittels Wandbildung zukommt. Dies sind die bekannten Vernarbungs- und Reproduktionserscheinungen bei *Vaucheria*, *Caulerpa* u. a., wie sie HANSTEIN, KLEMM, KÜSTER u. a. studierten.

Die allgemeinen Resultate der Untersuchungen an *Vaucheria* fasst KLEBS[1]) (bei dem man, wie auch in KÜSTER's obiger Arbeit die Literatur findet), dahin zusammen, „dass überall an jeder beliebigen Stelle, wo nur das Cytoplasma infolge der Verletzung von der alten Zellwand abgehoben ist, selbst wenn es an seiner Peripherie unverletzt ist, neue Zellwandsubstanz entsteht." Hier erscheint die Wandbildung nicht weniger selbstverständlich als die Neubildung von Hautschicht aus dem inneren Protoplasma an einem durchgeschnittenen Plasmodium[2]).

Ich habe nun aber kürzlich Fälle kennen gelernt, wo bei gegliederten und verzweigten Algen, deren Thallus sich aus einfachen Zellreihen aufbaut, echte Vernarbung auftritt. Es sind das Florideen aus der Familie der Ceramiaceen und zwar diejenigen, die meines Wissens unter Formen von so hoher Thallusdifferenzierung die grössten Zellen besitzen. Bei *Bornetia secundiflora* (J. Ag.) Thur.[3]) erreichen die Zellen des unberindeten di- oder auch, wie ich HAUCK ergänzen kann, trichotom verzweigten Gliederfadens eine Länge von 3 bis 4 *mm* bei einer Breite von fast 1 *mm*. Solche Riesenzellen sind für die Beobachtung natürlich besonders geeignet. Ausserdem fand ich Vernarbungserscheinungen an *Griffithsia Schousboei* Mont. Diese besitzt stark abgerundete Zellen, die jüngsten kugelig, die älteren oben $1^1/_2$ mal so breit wie unten[4]). Der Protoplast dieser

1) G. KLEBS, l. c. S. 508.

2) W. PFEFFER, l. c. S. 155.

3) Die von mir in der weiter unten zu citierenden Arbeit aus den Sitzungsberichten der Königl. preuss. Akademie, S. 7 als *Griffithsia* sp. ? bezeichnete Form ist (*Griffithsia secundiflora* J. Ag. =) *Bornetia secundiflora* (J. Ag.) Thur. Dagegen, wie ich hier gleich korrigieren will, die ebenda S. 8 erwähnte *Griffithsia setacea* (Ellis) Ag. in der Tat *Griffithsia opuntioides* J. Ag. Herrn Major REINBOLD erlaube ich mir für seine freundliche Unterstützung bei einigen diagnostischen Fragen schon hier meinen Dank auszusprechen.

Vergl. übrigens F. HAUCK, Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs (RABENHORST's Krytogamenflora II.) 1885, S. 79 und F. T. KÜTZING, Tabulae phycologicae XII., Tafel 22. 1862.

4) F. HAUCK, l. c. S. 92. F. T. KÜTZING, l. c. XII. 22.

Formen ist von BERTHOLD eingehend beschrieben worden[1]): „Es findet sich central der grosse Saftraum, im Wandbeleg führt die innere Schicht die Kerne, sie sind überlagert von einer Schicht, in der die Farbkörper liegen und zwischen dieser und der Membran ist dann wieder die mehr oder weniger entwickelte farblose Plasmaschicht nachweisbar.“ Sie besitzen, wie meine Untersuchung ergab[2]), in den jugendlichen Zellen mehr wie ein Dutzend Kerne von etwa 3,5 μ Durchmesser mit deutlichem Nukleolus, in regelmässigen Abständen von etwa 107 μ über die Wand verteilt. Ihre Zahl scheint in älteren Zellen eher geringer zu sein, allerdings entziehen sie sich dort auch der Beobachtung leichter Der Zustand des Cytoplasmas dieser Zellen ist offenbar ein auffallend zäher, der einerseits sehr zur Fadenbildung beim Zerreissen neigt, andererseits auch mit den Wandpartien schwerer die Verbindung löst. So kommt es, dass die Verletzung einer Zelle nur dann, wenn ein Stück der Wand entfernt wird (also z B. bei völligem Durchschneiden des Zellfadens) Plasma aus der Zelle entleert wird In dem letztgenannten Falle bildet sich ein Faden, der erst bei einer Entfernung der Teilstücke von mehreren Centimetern voneinander endlich reisst. Von der Quantität des nun in dem offenen Zellreste verbleibenden Protoplasmas hängt es ab, ob eine neue Wand gebildet wird oder dieses Plasma abstirbt[3]). Die Neubildung tritt nun aber dabei nicht etwa als ein genauer Verschluss des gebliebenen Zellteiles mit Hülfe einer abschliessenden Quer- und Aussenwand ein, sondern sie besitzt eine grössere Ähnlichkeit mit dem oben erwähnten Phänomen am plasmolysierten Spirogyraprotoplasten. Meistens zieht sich nämlich der Plasmarest gegen die Querwand der unverletzten Nachbarzelle zurück und umgibt dann sein freibleibendes Ende mit einer neuen Membran (Fig. 1, *Bornetia*). Oder er haftet stellenweise an den stehengebliebenen Längswandresten an, ohne indes infolge der Abnahme seiner Quantität den dazwischen liegenden Raum ganz auszufüllen. Wenn er vielmehr jetzt seine freie Oberfläche mit Membran bekleidet, so erhält die weiterlebende Zelle eine merkwürdige Form, die von der Gestalt eines U

1) G. BERTHOLD, Studien über Protoplasmamechanik. 1886, S 13f.

2) Fixierung mit einer mir von Dr. A. ERNST empfohlenen, für empfindliche Algen offenbar sehr günstigen Mischung von Pikrinsäure, Alkohol, Sublimat und Eisessig in Meerwasser, Färbung mit Carmalaun nach Prof. P. MAYER (24 Stunden).

3) Ich kann nicht umhin, an dieser Stelle auf eine Lücke meiner Untersuchung aufmerksam zu machen. Da die gesamten beobachteten Objekte mehr um der auffallenden Zellformen willen im Laufe anderer Studien in Neapel notiert wurden, so habe ich seinerzeit die wichtige cytologische Untersuchung der vernarbten unterlassen, die vielleicht die Abhängigkeit der Membranbildung von einem Kern erwiesen hätte. Zur Konstatierung der Vielkernigkeit konnte mir noch normales konserviertes Material nach der Rückkehr dienen.

(mit breiter Basis) verschiedene Übergänge zu einem halben Hohlzylinder zeigt (Fig. 2 u. 3, *Bornetia*). Jedenfalls pflegen sich auf der breiten Basalkuppe nicht selten an der alten Zellwand angelehnte Plasmasäulen zu erheben, die sich mit Membran umkleiden. Haben wir nur einen Rest des Zellinhaltes auf der Querwand der lebenden Nachbarzelle aufsitzend, so ähnelt das Bild stark den in die tote Nachbarzelle hinein proliferierenden Zellen von *Trentepohlia* bei DE WILDEMAN[1]). Es wäre nicht unmöglich, dass auch bei einigen der dort beschriebenen Fälle eine Vernarbung für eine Prolifikation genommen wäre, wiewohl die Alge nur einkernig ist. Nun fand an den von mir beobachteten Vernarbungen allerdings in der Folge auch meist ein Auswachsen statt. Man könnte deshalb etwa auch in meinen Objekten eine Verwechslung mit Prolifikationen vermuten, die nach dem Schema der DE WILDEMAN'schen stattfänden und wie sie in der Tat bei diesen und anderen Meeresalgen ähnlicher Thallusform nicht fehlen[2]). Aber erstens ergibt bei dem von gerade mit Rücksicht auf das Auswachsen studierten Materiale der Prolifikation auch die an solcher Vernarbung stattfindende ein anderes Bild, namentlich eine andere Form der Zuspitzung der Zelle, und dann erhebt auch die experimentelle Behandlung und bequeme Kontrolle ein und derselben Zelle die Sache über allen Zweifel. Da aber auch die Prolifikation (selbst wenn sie nicht ausgesprochen rhizoidähnlichen Charakter trägt) stets hellere Farbe zeigt, die rhizoidartige ihrer sogar entbehrt, wogegen der Zellstumpf besonders chromatophorenreich zu sein pflegt, so hebt sie sich immer aufs deutlichste ab.

Das Auswachsen erfolgt in den meisten Fällen von der Mitte des auf der Querwand der unverletzten Nachbarzelle aufsitzenden Zellstumpfes aus in der Richtung der Zellreihe, auch hierin ganz nach Analogie der *Trentepohlia* etc., die Prolifikation anfangs aus einer Art Manschette herausragend (Fig. 4b, *Griffithsia Schousboei*). Bei den oben erwähnten durch die Vernarbung entstandenen U-förmigen Zellen aber wuchsen die beiden Zipfel (nie die Mitte) aus (Fig. 2 u. 3, *Bornetia*). Bei den unsymmetrischen Formen pflegten im Durchschnitt alle Ecken und Spitzen zu Adventivbildungen zu neigen (Fig. 1, 2, *Bornetia*).

Im einzelnen sei hier noch der in Fig. 4a, b, c dargestellte Fall von *Griffithsia Schousboei* erwähnt. Ein beim Zerschneiden der in ihren Resten noch kenntlichen Zelle an der Querwand der Nachbarzelle haftengebliebener Plasmaklumpen hat in Fig. 4a (48 Stunden

1) DE WILDEMAN, l. c. S. 6 ff. Abb. 3—10.

2) Vergl. F. TOBLER, Zerfall und Reproduktionsvermögen des Thallus einer Rhodomelacee. Diese Berichte XX, 1902, S. 363. In einer späteren Arbeit werde ich hierauf näher eingehen.

nach der Verletzung) Wand gebildet und beginnt sich zu strecken. Die keulige Form ist dafür im Gegensatz zur gewöhnlichen Prolifikation charakteristisch. In Fig. 4b ist auf diese Weise in weiteren 24 Stunden ein rhizoidartiges Organ herausgewachsen. Beim Beobachten ausserhalb der Kultur und dem unvermeidlichen Berühren des Objekts war aber bald darauf das Rhizoid wieder verletzt worden und abgestorben. Ein in ihm gebliebener Plasmarest wies aber nach 5 Tagen aufs neue Membranbildung auf, sowie einen kleinen seitlichen Auswuchs (Fig. 4c). Das zeigt in der Tat eine ausserordentliche Widerstandsfähigkeit der Pflanze.

Ein besonderes Interesse bietet dann noch die mehrfach beobachtete Erscheinung, dass mehr als ein Plasmarest in der Zelle oder dem von ihr gebliebenen Teil nach der Verwundung bestehen bleibt und sich mit Membran umkleidet (Fig. 5, *Bornetia*). So können durch die Verletzung aus der einen geschädigten Zelle zwei Zellstummel entstehen. Beide wachsen dann gesondert aus und können aus der oben erwähnten Manschette schliesslich als zwei getrennte Zellfäden austreten. Ich sah diese Erscheinung namentlich (auch an *Griffithsia Schousboei)* an asttragenden Zellen, so dass bei der häufigen Dichotomie an den beiden Querwänden der Nachbarzellen je ein Cytoplasmaklumpen hängen geblieben war. Diese Tragzellen pflegten von Gestalt (besonders bei *Griffithsia Schousboei*) mehr oder weniger birnförmig zu sein. Ihre obere Breite beträgt oft mehr als die Hälfte der Zelllänge in Abweichung von den oben gegebenen für einfache Gliederzellen geltenden Massen. Nun möchte ich darauf aufmerksam machen, dass ich nie auf ihrer oberen Querwand an verletzten Zellen einen einzelnen Plasma- oder Zellrest auf der Wandmitte, das wäre hier unter der Gabelungsstelle des Zellfadens, gefunden habe, vielmehr nur einen an einer der beiden Grenzwände der Nachbarzellen, oder an jeder der beiden je einen. Die Zellen hafteten stets durch Reste der Zellwand und Gallerte zusammen und das Plasma der verwundeten Zelle schien so (auch in Übereinstimmung mit den oben erwähnten Fällen der Verzweigung) vorzüglich an der Mitte der Trennungswände der an den Verbindungsstellen stets schwach (bei *Griffithsia Schousboei* oft stark) eingeschnürten Zellen zu haften. Von Poren oder Plasmodesmen (wie wir sie für *Griffithsia setacea* Ellis kennen[1]) habe ich an den Verbindungsstellen bei den betreffenden Formen nichts gesehen. Dass sie bei dem Thallus von *Gr. setacea* nur in jugendlichem Zustande nach WRIGHT angenommen werden,

1) E. P. WRIGHT, On the cell-structure of *Griffithsia setacea* Ellis and on the development of its antheridia and tetraspores. Transact. of the Irish acad. Science. XXVI, 1879, S. 496. Für diese *Griffithsia*-Spezies beschreibt übrigens MASSART l. c. S. 7 Prolifikation ins Innere toter Zellen von Seiten der Nachbarzellen.

würde den festeren Zusammenhang des jüngeren Thallus erklären, liesse sich aber mit der geringeren Berührungsfläche gerade der jüngsten Zellen bei den hier behandelten Spezies schwer in Einklang bringen.

In einer grossen Zahl von Fällen starb aber auch an meinen Objekten die verletzte Zelle ab. Dann zeigte die Nachbarzelle eigentümliche Reaktionen. Da, wie erwähnt, die Zellen der *Griffithsia Schousboei* stets fast kugelig sind, so dass sie sich oft nur in einer Fläche mit kaum ein Sechstel ihres Querdurchmessers ausmachendem Durchmesser berühren, so kann eine Verwölbung der Querwand in den Raum der toten Nachbarzelle hinein, wie es MASSART anführt, kaum eintreten, bei *Bornetia* dagegen, deren Zellen mehr zylindrisch sind, findet dieser Vorgang in der Tat statt (z. B. Fig. 10). Aber dort scheint er mehr als eine blosse Turgorwirkung zu sein. Dies schien mir auch daraus zu folgern, dass ich die Reaktion auch dann eintreten sah, wenn die verwundete Zelle durch Abschnürung mit einem Fädchen zerteilt und wie eine Schweinsblase zugebunden wurde, so dass ihr an die Nachbarzelle angrenzender Rest noch prall blieb. Hand in Hand mit der Verwölbung und Abrundung der Zelle geht nämlich eine starke Ansammlung des Plasmas und der Chromatophoren an dieser Stelle. Bald nach der Verletzung erscheint das der toten Zelle zugekehrte Ende ganz dunkel, fast schwarzrot, während die Zelle im übrigen dementsprechend an Chromatophorengehalt gegen sonst stark verloren hat (Fig. 6, *Bornetia*). Wurden Zellen isoliert, d. h. die beiden Nachbarzellen einer Gliederzelle verletzt oder abgeschnitten, so traten keulige Form und Plasmaansammlung an beiden Enden auf (Fig. 7 und 8, *Bornetia*).

Die weiteren Folgen waren nun verschieden. Bisweilen trennte sich die keulige Anschwellung durch eine Querwand ab und wuchs unter Umständen aus (Fig. 8, *Bornetia*). (Hierzu sei bemerkt, dass sich oft der Ort einer Prolifikation durch Chromatophorenansammlung bemerkbar macht) Oder aber die Chromatophorenanhäufung ging nach zweimal 24 Stunden schon wieder zurück, und die Zelle nahm zunächst gleichmässige Farbe an. Später aber häuften sich Plasma und Chromatophoren aufs Neue, aber am entgegengesetzten Pole der Zelle an. Hier schlossen sie sich dann durch eine Querwand ab und liessen den Rest der Zelle entfärbt zurück. Hier erfolgte meist das Absterben des an die tote Zelle angrenzenden Zellabschnittes, so dass die Reaktion in ihrem Verlauf offenbar auf eine Sicherung des Zellinhaltes hinzuzielen schien (Fig. 9 und 10, *Bornetia*). Vielleicht war in diesen Fällen bei der Verletzung der ersten Zelle auch die Basalpartie der nächsten in unsichtbarer Weise mit geschädigt worden und deshalb die gesamte Zelle dem Verderben preisgegeben, wenn sich die obere Partie abgegliedert hätte.

Den geschilderten Prozess sah ich mehrfach an den Basalzellen von abgefallenen Ästen der *Bornetia*, überhaupt grösseren Zellkomplexen, vor sich gehen. Er führte in der Regel, wie nur angedeutet sei, nicht zu einem Auswachsen; da hier das Reproduktionsvermögen eines Zellkomplexes seiner Zellenzahl umgekehrt proportional ist[1]). So steht die Sicherung der Basalzelle durch festeren Abschluss einer Sicherung des gesamten an seinen Spitzen weiterwachsenden abgefallenen Ästchens dar, das dann später etwa aus verschiedenen unteren Zellen Rhizoiden zur Befestigung entsenden kann.

In Verbindung mit diesem Phänomen dieser Plasmaansammlungen, ihrem Abschluss durch Wandbildung u. s. w. liegt es wiederum nahe, an parallele Erscheinungen bei den Siphoneen zu denken. Um so mehr, als neuere Untersuchungen, z. B. die ERNST's[2]) nachdrücklich hervorheben, dass ihre Einzelligkeit kein scharfes Charakteristikum bilde. In der Tat müssen die bekannt werdenden verschiedenen Stadien deutlicher Wandbildung ihnen dies typische Merkmal nehmen. Trotzdem bleiben sie oftmals in der eigenartigen Nachahmung zelliger Thallusform ohne zelligen Bau auffallend genug. Ebenso verleiht die Vielkernigkeit, die doch wohl mit ihrem Reproduktionsvermögen in Verbindung steht, ihrem Protoplasten eine besondere Stellung. Ihr nähert sich aber augenscheinlich auch eine Gruppe typisch zelliger Algenformen (wie eben *Bornetia*, *Griffithsia*, ferner *Monospora* u. a.), deren sogenannte Zelle gewisse Eigenschaften mit dem Siphoneenthallus teilt[3]), und hierher rechne ich auch die von mir beschriebenen Vernarbungserscheinungen. KÜSTER hat neuerdings[4]), als er Verwandtes in grösserem Umfange zusammentrug, die eigentliche Vernarbung der Algen nicht anerkannt. Er nennt nur die Adventivbildungen bei Verwundung, ja er kommt zu dem Urteil, dass die Reaktionsfähigkeit der Algen eine geringe sei. Bei Betrachtung der Thallusdifferenzierung, der Entwickelungsstufe unserer Ceramiaceen, bei denen die beschriebenen Phänomene sich noch öfter finden lassen dürften, kann ich mich ihm hierin nicht anschliessen, ebenso wenig wie in seiner Stellungnahme zu GOEBEL, der ebenfalls[5]) im allgemeinen den niederen Pflanzen grösste Plastizität

1) F. TOBLER, Über Polymorphismus von Meeresalgen. Beiträge zur Kenntnis des Eigenwachstums der Zelle. Sitzungsber. der Königl. preuss. Akad. der Wiss. 1903, S. 382.

2) A. ERNST, Siphoneenstudien. Beihefte zum Botan. Centralblatt, XIII, 1902, S. 21 ff.

3) Auch BERTHOLD (l. c. S. 44) stellt *Griffithsia* und *Bornetia* an die Grenze der cellulären und nicht cellulären Formen.

4) E. KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie. 1903, S. 294.

5) K. GOEBEL, Organographie der Pflanzen. 1898—1901, S. 171.

(natürlich relative) für Missbildungen zuschreibt. Wie ich auch ferner zeigen zu können hoffe, spricht dafür schon die Überlegung, dass wir bei weniger differenzierten Formen, wie den oben betrachteten, die trotz typischem Habitus sich nicht allzuweit von dem Begriff der „Zellkolonie" entfernen, grössere Selbstständigkeit der Zelle anzunehmen haben und damit Hand in Hand leichter Aufhebung der Korrelationen und Zutagetreten des Eigenwachstums der Zelle finden.

Die in dieser Arbeit gegebenen Beobachtungen sind 1902 und 1903 an der Zoologischen Station in Neapel gemacht.

Berlin, Mai 1903.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind mit Ausnahme von Fig. 6, 7, 8 bei stärkerer als der angegebenen Vergrösserung und mit dem Zeichenocular von E. Leitz nach der Natur gezeichnet und dann verkleinert. Alle sind nach lebendem Material, Fig. 6—8 mit einer Standlupe gezeichnet.

Fig. 1. *Bornetia secundiflora*, Vergr. 10 mal. Zellstumpf nach Verletzung, die Membran der verletzten und toten Zelle noch sichtbar, daran zwei Adventivbildungen (S. 294, 295).

„ 2. *Bornetia secundiflora*. Vergr. 10 mal. Zellstumpf, die Membran der toten Zelle noch sichtbar, an drei Stellen auswachsend (S. 295).

„ 3 *Bornetia secundiflora*. Vergr. ca. 15 mal. Zellstumpf, mehrfach auswachsend (S. 295).

„ 4. *Griffithsia Schousboei*. Vergr. ca. 15 mal. *a*) Verletzte Zelle mit Plasmarest, 48 Stunden nach der Verletzung, beginnt sich mit Membran zu umgeben und zu strecken. *b*) 24 Stunden später. Rhizoidartiges Gebilde aus dem Membranrest tretend. *c*) Nach 5 Tagen. Das Rhizoid ist verletzt und tot, sein Plasma aufs neue kontrahiert und mit Membran umgeben (S. 295, 296).

„ 5. *Bornetia secundiflora*. Vergr. ca. 15 mal. Zwei Plasmareste, beide mit Membran in der alten Zellhaut, der eine auswachsend (S. 296).

„ 6. *Bornetia secundiflora*. Vergr. ca. 4 mal. Durch den Tod einer Nachbarzelle (deren Membran schon entfernt) hervorgerufene Chromatophoren- und Plasmaansammlung am gereizten Zellende (S. 297).

„ 7. *Bornetia secundiflora*. Vergr. ca. 4 mal. Isolierte Zellen, durch den Tod der Nachbarzellen Plasmaansammlung etc. an beiden Enden, keulige Anschwellungen (S. 297).

„ 8. *Bornetia secundiflora*. Vergr. ca. 4 mal. Isolierte Zelle etc., die Anschwellungen durch Wandbildung abgetrennt (S. 297).

Fig. 9. *Bornetia secundiflora.* Vergr. ca. 15 mal. Isolierte Zelle, Kontraktion des Inhalts auf die eine Hälfte und Querwandbildung. Der chromatophorenarme Teil noch lebend, an seinem Ende noch Membranreste einer Nachbarzelle (S. 297).

„ 10. *Bornetia secundiflora.* Vergr. ca. 15 mal. Basalzelle eines auf toter Tragzelle aufsitzenden Astes, oberer Teil mit Plasmaansammlung durch Querwand abgetrennt. Verwölbung der lebenden Zellen in die tote (S. 297).

Sitzung vom 26. Juni 1903.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Hollrung, Dr., Professor in **Halle a. S.,** Martinsberg 8, III (durch G. KLEBS und E. KÜSTER),

Schröder, Henry, stud. phil. aus Laubenheim a. Rh., z. Z. Botanisches Institut in **Bonn a. Rh.** (durch E. STRASBURGER und M. KOERNICKE).

Zum ordentlichen Mitgliede ist proklamiert Herr:

Fujii, Dr. **K.,** z. Z. in **Bonn a. Rh.**

Einladung
zur
Generalversammlung
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Die Mitglieder der Gesellschaft werden hiermit zu der am

Dienstag den 22. September 10 Uhr vormittags in Kassel

stattfindenden Generalversammlung eingeladen. Die Sitzung wird wie üblich in dem der Abteilung Botanik der „75. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte“ zugewiesenen Raume stattfinden.

Die Tagesordnung ist durch § 15 des Reglements unserer Gesellschaft vorgeschrieben. Als besondere, einer Beschlussfassung der Versammlung unterliegende Anträge sind eingegangen ein Vorschlag zur Ernennung eines Ehrenmitgliedes und ein Vorschlag zur Wahl zweier korrespondierenden Mitglieder.

Sammelreferate werden erbringen:

1. Herr Dr. MAX KOERNICKE (Bonn): Über den heutigen Stand der pflanzlichen Zellforschung.
2. Herr Prof. Dr. M. MÖBIUS (Frankfurt a. M.): Über die neueren Forschungen zur Algenkunde.

Berlin, im Juni 1903.

S. SCHWENDENER,
z. Z. Präsident der Gesellschaft.

Mitteilungen.

40. F. Brand: Über das osmotische Verhalten der Cyanophyceenzelle.

Eingegangen am 4. Juni 1903.

Ursprünglich hatte ich die Absicht, eine Publikation über verschiedene von mir studierte allgemeine Verhältnisse der Cyanophyceen so lange zu verschieben, bis ich in der Lage wäre, den ganzen Stoff im Zusammenhange darstellen zu können. Das für gewisse Themata erforderliche Material liess sich aber nicht immer beschaffen, und der Abschluss der Arbeit hätte sich vielleicht allzu lange verzögert. Eins dieser Kapitel, nämlich jenes über die sogenannten Gasvakuolen, kann auch zur Zeit recht wohl zurückgestellt bleiben. Abgesehen davon, dass ich in einer kurzen Mitteilung[1]) bereits auf die physikalische Unmöglichkeit solcher Organe hingewiesen habe, hat kürzlich MOLISCH[2]) — ohne Kenntnis von meinem Hinweise — denselben Gegenstand in einer sehr bemerkenswerten Abhandlung beleuchtet und hat sich, von der im Vordergrunde meiner Notiz stehenden Erwägung (Persistenz der roten Körper im Vakuum) ausgehend, gleichfalls gegen die Gashypothese erklärt, deren Unhaltbarkeit er dann noch durch eigene Untersuchungen nachweist.

1) Bemerkungen über Grenzzellen und über spontan rote Inhaltskörper der Cyanophyceen. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, S. 156.

2) H. MOLISCH, Die sogenannten Gasvakuolen und das Schweben gewisser Phycochromaceen. Bot. Zeit. 1903, I, S. 47 ff.

Es wäre nun allerdings auch neben dieser Arbeit noch einiges zu bemerken; da ich aber hoffe, dass uns dieses Jahr endlich wieder einmal eine Wasserblüte und damit weitere Anhaltspunkte bringen werde, habe ich vorgezogen, einstweilen fünf andere Kapitel abzuschliessen, welche demnächst im Drucke erscheinen werden. Hier bringe ich in Kurzem die Resultate meiner Untersuchungen über ein weiteres Thema, welches sich in folgende Abschnitte gliedert:

1. Verhalten gegen plasmolysierende Lösungen.

Plasmolyse der Cyanophyceenzelle. — Über diese Frage liegen in der Literatur nur spärliche und sich widersprechende Angaben vor. Während z. B. BORZÌ[1]) jede Zurückziehung des Plasmas durch zusammenziehende Mittel („qualsiasi mezzo contraente del plasma") leugnet, gibt FISCHER[2]) ganz allgemein an, dass der Inhalt der Cyanophyceenzelle sich in 5prozentiger Salpeterlösung allseitig von der Wand zurückziehe, und zwar unter allen Erscheinungen einer echten Plasmolyse.

Meine eigenen Beobachtungen haben nun ergeben, dass die Plasmolyse der Cyanophyceen nicht vollständig mit jener der chlorophyllgrünen Pflanzen übereinstimmt. Der Mangel an grösseren Safträumen lässt das eigentlich von vornherein erwarten, und nebstdem deuten die Erscheinungen auf eine grössere Elastizität der Cyanophyceenmembran und auf eine festere Verbindung zwischen ihr und dem Plasma. Eine so vollständige Ablösung des letzeren, wie solche an Grünalgen leicht erzielt werden kann, kommt bei den Cyanophyceen nur an besonders günstigen Objekten vor, wobei sowohl die Art der Pflanze, als ihr jeweiliger Zustand in Betracht kommen. In der Mehrzahl der Fälle folgt die Membran auf grössere oder kleinere Strecken dem sich kontrahierenden Plasma, und es findet oft nur an ganz kleinen, vereinzelten Stellen Ablösung statt, was jedoch nach FISCHER[3]) zur Konstatierung einer Plasmolyse (bei Bakterien) genügt. In der Tat verläuft nicht nur in solchen Fällen, sondern auch bei ganz fehlender Abhebung der Membran die Kontraktion ohne jede Schädigung der Zelle, so dass alle diese Fälle in gewissem Sinne physiologisch gleichwertig zu sein scheinen.

Besonders schwer ist die Abhebung der Membran an den in dichte Gallerte eingehüllten Nostoc- und Chroococcaceen-Arten zu

1) A. BORZÌ, Le communicazioni intracellulari delle Nostochinee. Malpighia 1886, a. I, Fasc. 2, p. 28.

2) A. FISCHER, Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Jena 1897, S. 25.

3) A. FISCHER, Die Empfindlichkeit der Bakterienzelle und das baktericide Serum. Zeitschr. für Hygiene und Infektionskrankh. 1900, Bd. 35, S. 51.

erzielen; dass ich sie bei *Gloeocapsa alpina* überhaupt nicht erzwingen konnte, habe ich schon früher[1]) angegeben. Dagegen kontrahierte sich an ungefärbten Kolonien dieser Alge auch die Gallerte. Der Durchmesser einer solchen Kolonie verkürzte sich z. B. in 5prozentiger Salpeterlösung von 142 μ auf 125 μ.

Bei derartigen Formen entstehen aber leicht Täuschungen durch die geschichtete Gallerte. So hatte es bei *Gloeothece rupestris* zuweilen den Anschein, als ob der geschrumpfte Zellinhalt von einer lose abstehenden Membran umgeben sei. In einer zweizelligen Familie war zufällig nur die eine Zelle kontrahiert. Vergleichende Zählung der Hüllschichten beider Schwesterzellen zeigte dann, dass die scheinbare Zellhaut in der Tat nur eine Schicht der Gallerthülle repräsentiert; nach Rückgang der Zellkontraktion blieb der fragliche Hof auch bestehen, so dass der letzte Zweifel gehoben war.

Auch solche Arten, welche nicht in Gallerte eingeschlossen sind, reagieren weniger oder gar nicht auf Salzlösungen, wenn sie durch Kultur, künstliche Färbung etc. geschädigt sind, wobei sie ein ganz normales Aussehen besitzen können.

Nebstdem bedürfen die Cyanophyceen zur Erzielung osmotischer Wirkungen öfters stärkerer Konzentration der Lösung und vertragen eine viel stärkere als die Grünalgen. *Tolypothrix penicillata* reagierte in einem Falle auf 5prozentige Salpeterlösung kaum und kontrahierte sich erst in 20 pCt. kräftig. *Phormidium uncinatum* nahm nach einer gegen 15 Minuten währenden Einwirkung von 20prozentiger, schliesslich fast konzentrierter Salpeterlösung und nachfolgender Aussüssung seine aktiven Bewegungen wieder auf. Nach etwa 20stündigem Aufenthalte in nur 5prozentiger Lösung von Kalisalpeter zerfiel aber auch diese Alge.

Während bei der Plasmolyse der Grünalgen nach REINHARDT[2]) die Fäden nur wenig oder gar nicht verkürzt werden, kann diese Verkürzung bei den Cyanophyceen sehr bedeutend sein. Ein 125 μ langes Fadenstück verkürzt sich z. B. in 5 pCt. Salpeter bis auf 91 μ, und zwar ohne sehr ausgesprochene Plasmolyse; ein anderes Stück ging in 20prozentiger Lösung von 250 μ auf 177 μ zurück.

Spontaner Rückgang der Plasmolyse. — Anfänglich war man der Meinung, dass die normale Plasmolyse ohne Auswaschung des Salzes konstant bleibe, und DE VRIES[3]) fasste den spontanen Rückgang als eine Eventualität seiner „abnormalen" Plasmolyse auf. Später zeigte sich aber, dass bei verschiedenen Pflanzen ein solcher

---

1) Der Formenkreis von *Gloeocapsa alpina*. Bot. Centralbl. 1900, Bd. 83, S. 228.

2) M. O. REINHARDT, Plasmolytische Studien. Bot. Untersuch. SCHWENDENER dargebracht, 1899, S. 439—440.

3) H. DE VRIES, Zur plasmolytischen Methodik. Bot. Zeit. 1884, Bd. 42, S. 297.

Rückgang auch normalerweise eintreten könne, und FISCHER[1]) wies nach, dass er bei Bakterien regelmässig sehr schnell stattfinde, sowie in einer späteren Arbeit[2]), dass bei den Cyanophyceen ein ähnlicher Fall vorliege. Eine vereinzelte diesbezügliche Beobachtung hatte schon früher SAUVAGEAU[3]) gemacht, indem er mitteilt, dass nach Zusatz eines Tropfens verdünnten Glycerins der Inhalt in den Dauerzellen von *Nostoc punctiforme* sich zusammenziehe, dass diese Zellen aber allmählich wieder ihr früheres Aussehen erlangten.

Bei den von mir mit verschiedenen Gattungen angestellten Versuchen zeigt sich ebenfalls immer ein rascher Rückgang; so trat derselbe z. B. an *Phormidium uncinatum* in 20prozentiger Glycerinlösung schon nach $^1/_2$ Minute ein, in 5prozentiger Salpeterlösung nach 5 Minuten. Ähnliche Resultate erhielt ich auch mit *Oscillaria*-, *Tolypothrix*- und *Nodularia*-Arten. Bei einem *Chroococcus* hielt in 5 pCt. Salpeter die Plasmolyse 12 Minuten an.

2. Verhalten gegen reines Glycerin, Glycerinsättigung.

Lässt man zu scheidenlosen Oscillariaceen unverdünntes Glycerin rasch zufliessen, so verkürzen sie sich sofort und verkrümmen sich dann energisch, welche letztere Erscheinung ich bei Anwendung von Salzlösungen nicht bemerkt hatte. Zugleich mit der Krümmung der Fäden tritt mehr oder weniger deutliche Plasmolyse der Zellen ein. Schon nach etwa $^1/_2$ Minute beginnen die Fäden sich aber wieder zu strecken und die Plasmolyse wird allmählich rückgängig, bis nach etwa $^1/_2$ Stunde der frühere Zustand der Alge wieder hergestellt zu sein scheint; nur die körnigen Inhaltsbestandteile sind dann weniger deutlich, die ursprüngliche Länge der Fäden ist in mehreren genau gemessenen Fällen nicht vollständig wieder erreicht worden, und die Alge schien leblos zu sein.

Die übrigen Cyanophyceen verhalten sich in bezug auf Eintritt und Rückgang der Plasmolyse gegen reines Glycerin ähnlich wie gegen kräftige Salzlösungen, nur scheinen die Reaktionen sicherer und kräftiger einzutreten wie in letzteren Medien. Auch die Gallerte von *Gloeocapsa* kontrahiert sich ähnlich wie in Lösungen.

Die Rekonstruktion tritt auch dann ein, wenn man die höchstmöglich plasmolysierten bezw. kontrahierten Algen schnell in frisches reines Glycerin versetzt, so dass auch jene geringe Quantität von Wasser, welche das Medium noch enthielt, in Wegfall kommt. Es

1) A. FISCHER, Untersuchungen über Bakterien. Jahrb. für wiss. Botanik 1895, Bd. 27, S. 8.

2) A. FISCHER, l. c. 1897, S. 25.

3) C. SAUVAGEAU, Sur l'état coccoïde d'un *Nostoc*. Comptes rendus 1892, 115a, S. 323-324.

ist demnach die Cyanophyceenzelle befähigt, ihr Zellwasser durch reines Glycerin zu ersetzen, und ich möchte diesen Vorgang als „Glycerinsättigung" bezeichnen.

Hier ist nun zweierlei bemerkenswert: zunächst der Umstand, dass das Glycerin eine Doppelrolle spielt. Anfänglich agiert es als osmotischer Stoff, welcher der Zelle das Wasser entzieht, und nach Entwässerung der Zelle verhält es sich wie Wasser, welches von den osmotischen Stoffen des Zellinhaltes angezogen wird.

Nicht weniger auffallend ist wohl das zweite Ergebnis, dass nämlich die Cyanophyceenzellen nicht, wie in chlorophyllgrünen Zellen, durch das Glycerin schnell getötet werden, sondern dass sie diesen Stoff eine Zeit lang in ihrem Innern ohne Nachteil ertragen, wie folgendes Beispiel zeigen möge. Eine kleine Probe von *Phormidium* wurde in ein mit reinem Glycerin gefülltes Uhrschälchen gebracht. Nach Ablauf einer Stunde wurde mittels eines dünnen, heberartig wirkenden Fadens Sumpfwasser zugeleitet und der Überschuss an Flüssigkeit zeitweise aus dem Schälchen entfernt. Am nächsten Morgen fand sich die Alge lebend und in vollständig normaler Verfassung vor; auch die Körner ihres Inhaltes waren wieder deutlich geworden und ihre gewöhnlichen aktiven Bewegungen waren sogar besonders lebhaft. Nach längerer, etwa 15 Stunden währender Glycerinsättigung war an derselben Alge jedoch kein Lebenszeichen mehr zu bemerken.

Die Veröffentlichung dieser und der nächstfolgenden Erfahrungen glaubte ich nicht länger verschieben zu sollen, weil mit reinem Glycerin noch wenig experimentiert worden zu sein scheint und doch von diesem Verfahren wohl nach mehreren Richtungen Aufschlüsse zu hoffen sind.

3. Plasmoptyse.

Ein ganz anderes Ergebnis als die bisher geschilderten resultiert, wenn wir etwa $^1/_2$ Minute nach Beginn der Glycerinwirkung, also zu einer Zeit, wo die Zellen eben entwässert sind, das Glycerin, in welchem sie liegen, rasch durch Wasser ersetzen. Nun strecken sich die verbogenen Fäden fast momentan und verlängern sich über die Norm. Viele Zellen des Fadens, entweder einzeln oder zu Gruppen vereinigt, entfärben sich, und ein Teil derselben platzt mit einem den ganzen Faden erschütternden Rucke. In einem genau gemessenen Falle erreichte ein ursprünglich 291 μ langes Stück von *Phormidium*, welches sich im Glycerin auf 274 μ verkürzt hatte, nach Wasserzusatz eine Länge von 296 μ. Nach dem Bersten der ersten Zellen verkürzte es sich wieder auf seine ursprüngliche Länge, begann sich dann neuerdings zu strecken, um sich nach dem Platzen weiterer

Zellen wieder zu verkürzen, und dieser durch die Zellsprengung veranlasste Wechsel zwischen Verlängerung und Verkürzung wiederholt sich noch mehrmals. Den Inhalt der geplatzten *Phormidium*-Zellen sieht man bisweilen neben der leeren Membran, deren Rissstelle übrigens nur selten kenntlich ist, als gelbliche körnige Masse liegen.

Ähnliche Resultate bezüglich der Zellsprengung erhielt ich auch bei Angehörigen verschiedener anderer Gattungen; nur bei *Gloeocapsa* und *Gloeothece* war dieser Vorgang auf keine Weise zu erzielen. Hier verhindert wohl die dichte Gallerte das hinreichend schnelle Eindringen des Wassers. An *Nostoc commune* erhielt ich durch das beschriebene Verfahren einerseits eigentümliche, sprossähnliche Auftreibungen der vegetativen Zellen und Sprengungen dieser und der Dauerzellen, so dass oft einzelne Zellen in körnig-gelatinöse Massen eingehüllt waren, andererseits jene schlauch- und fadenförmigen Gestalten, welche BORZÌ[1]) von *Nostoc ellipsosporum* beschreibt und abbildet, sowie auch Gebilde von zugespitzt birnförmigem Aussehen, ähnlich den Protoplasmatropfen, welche FISCHER[2]) durch „Plamoptyse“ aus *Bacillus anthracis* austreten sah.

Nach Vorbehandlung mit plasmolysierenden Lösungen habe ich an Cyanophyceenzellen bisher noch keine osmotische Sprengung herbeiführen können, sondern nur nach der Einwirkung von reinem Glycerin. Hier sah ich aber den Vorgang nicht nur in dem oben erwähnten Zeitpunkte, nämlich unmittelbar nach der plasmolytischen Kontraktion eintreten, sondern bisweilen auch dann, wenn die Alge erst mehrere Stunden nach der Glycerinsättigung in Wasser übertragen wurde.

Waren die Zellen zuvor mit Methylenblau lebend gefärbt oder in anderer Weise leicht geschädigt, so trat in Glycerin wohl Plasmolyse ein, Zellsprengung war aber nicht mehr zu erzielen. Es scheint somit das osmotische Platzen der Zellen nur an gesunden Exemplaren einzutreten und uns den vitalen Zustand derselben noch genauer anzuzeigen als die Plasmolyse.

Dass Grünalgen durch plötzliche Verdünnung des Mediums geschädigt werden können, haben schon NOLL und OLTMANNS gezeigt. FISCHER (l. c. S. 23) hat diesen Vorgang an Bakterien studiert und für den Austritt von Protoplasma durch Einwirkung osmotischer Kräfte den Ausdruck „Plasmoptyse“ vorgeschlagen, „weil bei allen geisseltragenden Bakterien das Protoplasma hervorgetrieben werden kann, ohne dass die Membran gewaltsam zersprengt wird“. Die gleiche Bezeichnung wendet dieser Autor jedoch auch bei geissellosen Bakterien an, bei welchen die Membran wirklich gesprengt wird.

1) A. BORZÌ, l. c. 1886, S. 9, 10 und 16, Taf. III, Fig. 1.
2) FISCHER, l. c. 1900, Taf. I, Fig. 14.

Auch bei den Cyanophyceen ist die Plasmoptyse wohl in diesem Doppelsinne aufzufassen, da auch hier nicht nur Zellsprengungen vorkommen, sondern bei gewissen Arten, wie z. B. bei *Nostoc commune*, das Protoplasma auch durch die Pori der Plasmodesmen hervorzudringen scheint.

Aber nicht nur in einem flüssigen Medium befindliche lebende Pflanzenzellen können durch Wasserzusatz osmotisch zerstört werden, sondern es kann dieser Effekt in gewissen Fällen auch vom ganz oder halb trockenen Zustande der Zellen aus in gleicher Weise hervorgerufen werden. LIDFORSS[1]) hat gefunden, dass viele Pollenkörner platzen, wenn sie in Wasser gebracht werden. Einen ähnlichen Vorgang habe ich nun an *Nostoc commune* beobachtet.

In einer früheren Mitteilung[2]) über diese Alge habe ich bereits angeführt, dass sich in ihrem Lager auffallend vulnerable Zellen gefunden hätten. Diese Zellen lagen, wie ich jetzt ergänzend bemerken will, ausschliesslich in den äussersten zähen und gelb gefärbten Schichten solcher Kolonien, welche erheblich eingetrocknet waren. Ursprünglich war ich der Meinung, dass es sich hier um besonders zarte Gebilde handle und dass ihre so oft zu beobachtende Zerstörung durch mechanischen Druck beim Präparieren künstlich erzeugt sei. In letzterer Annahme wurde ich durch die Angaben von BORZÌ (l. c.) bestärkt, welcher die erwähnten Deformierungen von *Nostoc ellipsosporum* durch starke Quetschung des Präparates erhalten zu haben glaubt. Wohl war mir auffallend, dass es an Proben solcher Algen, welche bei normaler Feuchtigkeit vegetiert hatten, durch einen zwischen zwei Objektträgern selbst bis zum Zerspringen derselben gesteigerten Druck niemals gelang, die Zellen zu deformieren, aber eine entscheidende Aufklärung brachten erst meine Versuche über Glycerinwirkung. Es zeigte sich nämlich, dass Deformierung und Zerstörung der Zellen zunächst nicht eintrat, wenn das halb trockene Material ganz ohne Wasser in reinem Glycerin gequetscht wurde, dass diese Erscheinungen aber sofort auftraten, wenn nach der Quetschung Wasser zugesetzt oder wenn die Operation gleich in Wasser vorgenommen wurde. Lässt man trockene oder halb trockene *Nostoc*-Kolonien vor der Untersuchung ohne Störung der Kontinuität ihrer Gallerte 12—24 Stunden in Wasser liegen, so dass die Zellen ihren Bedarf an Wasser nur durch Vermittelung der Gallerthülle allmählich decken können, dann werden die Zellen auch durch Zerdrücken des Präparates in Wasser nicht verändert.

Es sind also die von BORZÌ und mir beobachteten Deformierungen der *Nostoc*-Zellen nicht Folgezustände eines äusseren Druckes, son-

1) B. LIDFORSS, Zur Biologie des Pollens. Jahrb. für wissensch. Bot. 29 und 34.

2) Bemerkungen über Grenzzellen und über spontan rote Inhaltskörper der Cyanophyceen. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, S. 153.

dern vielmehr ein Erzeugnis des durch allzu rasche Wasseraufnahme bis zur Plasmoptyse gesteigerten osmotischen Innendruckes, und die mechanische Quetschung kommt nur soweit in Frage, als durch dieselbe die Gallertschichten der Alge, welche unter natürlichen Verhältnissen die Einwirkung des Wassers verlangsamen, gelockert werden können.

41. G. Hinze: Thiophysa volutans, ein neues Schwefelbakterium.

Mit Tafel XV.

Eingegangen am 12. Juni 1903.

Durch die jüngst veröffentlichten Untersuchungen NATHANSOHN's[1]) ist unsere Kenntnis von den Schwefelbakterien um eine neue Gruppe bereichert worden, welche sich in ihrem Stoffwechsel von den zuerst durch WINOGRADSKY[2]) eingehend erforschten Beggiatoen unterscheidet. Während ferner, um speziell einen morphologischen Unterschied hervorzuheben, die NATHANSOHN'schen Schwefelbakterien innerhalb der Zellen niemals Schwefel enthalten, führen die bis dahin bekannt gewesenen farblosen und roten Schwefelbakterien intracellular Schwefeltropfen in mehr oder weniger grosser Zahl. Der Untergruppe der farblosen Schwefelbakterien, in die *Beggiatoa*, *Thiothrix* und *Monas Mülleri* Warm. gehören, reiht sich nun ein neues farbloses Schwefelbakterium an, auf das mich Herr Dr. NATHANSOHN in Neapel freundlichst aufmerksam machte.

Bevor ich über meine Beobachtungen an diesem Bakterium berichte, erfülle ich auch an dieser Stelle die angenehme Pflicht, dem akademischen Konsistorium der Universität Kiel, das mir durch ein Reisestipendium den Aufenthalt in der zoologischen Station zu Neapel ermöglichte, sowie der Königl. Preussischen Regierung, welche mir daselbst einen Arbeitsplatz zur Verfügung stellte, meinen besten Dank auszusprechen.

Unterhalb des in der Nähe von Castellamare am Golf von Neapel liegenden Klosters S. M. a Pozzano treten submarine Schwefelquellen hervor[3]). Der Boden des dort flachen Meeres wird von

1) NATHANSOHN, Über eine neue Gruppe von Schwefelbakterien und ihren Stoffwechsel. Mitteilungen aus der zoolog. Station zu Neapel. 15. Bd. 4. Heft. 1902.

2) WINOGRADSKY, Über Schwefelbakterien. Botan. Zeitung 1887.

3) Vergl. DEECKE, Geologischer Führer durch Campanien. Berlin 1901, S. 191.

einem mit kleinen Kalkkörnchen vermischten feinkörnigen Sande bedeckt, welcher stark nach reinem Schwefelwasserstoff riecht. Untersucht man nun diesen Sand mikroskopisch, so findet man darauf kleine mit Schwefeltropfen beladene Kugeln; das ist das zu beschreibende Schwefelbakterium. Ich will es wegen seines Aussehens und seiner Bewegung *Thiophysa*[1]) *volutans* nennen.

Zur Methodik der Untersuchung sei kurz folgendes bemerkt. Der Sand wurde nach dem Einholen auf flache Glasschalen verteilt; nach einigen Stunden waren dann die Thiophysen an die Oberfläche gekommen und hier als weisslicher Belag erkennbar. In solchen Mengen indes, wie die Beggiatoen auftreten, habe ich sie nicht beobachten können. Aus diesem Grunde konnte ich Fixierung und Färbung nur auf dem Objektträger vornehmen. Dabei erwies es sich als zweckmässig, zwischen Objektträger und Deckglas ein durch Zerzupfen eines Wattebausches gebildetes Netzwerk aus Baumwollfasern zu legen; beim Durchsaugen der verschiedenen Flüssigkeiten blieben dann die kleinen Objekte an den Wattefäden hängen, ohne dass diese die Untersuchung beeinträchtigten. Fixiert habe ich mit starker und schwacher FLEMMING'scher Lösung, den Gemischen von MERKEL und LANG, Jod in Seewasser, Jodjodkalium und Osmiumsäuredämpfen, gefärbt mit Hämatoxylin nach HEIDENHAIN und DELAFIELD, Hämalaun, Fuchsin, Safranin, Methylenblau und Essigsäuremethylgrün.

Thiophysa volutans ist ein stets einzelliger Organismus, der Kugelgestalt besitzt (Taf. XV, Fig. 1—3, 13—15). Der Durchmesser schwankt zwischen 7 und 18 μ. Neben diesen Kugeln wird man indes auch häufig andere Formen finden; tritt nämlich eine Zelle in Teilung ein, so streckt sie sich in die Länge, wird also oval (Fig. 8 und 10) und schnürt sich nun biscuitförmig ein (Fig. 19—23). Die Masse für die in Fig. 23 wiedergegebene, in Teilung stehende Zelle, die grösste, welche ich überhaupt gesehen habe, sind 28,9 μ in der Länge und 17,9 μ in der grössten Breite. Ist die Teilung vollendet, so besitzen die beiden aus ihr hervorgegangenen Zellen infolge des eigentümlichen, unten näher zu schildernden Teilungsmodus keine Kugelgestalt, sondern gleichen Kugelkalotten (Fig. 4 und 5; Fig. 6 zeigt in der Aufsicht die in Fig. 7 in seitlicher Ansicht wiedergegebene Zelle).

Auf den ersten Blick scheint *Thiophysa* unbeweglich zu sein; beobachtet man aber eine Zelle längere Zeit hindurch, so bemerkt man, dass sie eine, wenn auch nur geringe Bewegung besitzt. Die Kugeln wälzen sich nämlich träge und langsam, oft ruckweise, an und zwischen den Kalk- und Sandkörnchen umher. Die Bewegung erweckt den Eindruck, als verlaufe sie ziel- und richtungslos: eine

1) Von θεῖον, Schwefel, und φυσαλίς, Blase.

Zelle ändert plötzlich die Richtung ihrer Bewegung, taumelt langsam umher und wendet sich wohl gar ihrem Ausgangspunkte zu. Dass aber doch eine vermutlich chemotaktische Reizbewegung vorliegt, geht aus der bereits erwähnten Tatsache hervor, dass die Kugeln nach einiger Zeit an die Oberfläche der Kultur emporsteigen und sich dort ansammeln. — Wie schon aus der Art der Bewegung zu entnehmen ist, fehlen Geisseln. In manchen Fällen meint man wohl allerdings kurze, ziemlich dicke Geisseln der Zellwand ansitzen zu sehen. Doch belehrt deren verschiedene Länge und unregelmässige Anordnung eines anderen, und vollends wird diese Vermutung dadurch zunichte gemacht, dass die vermeintlichen Geisseln an der Bewegung nicht aktiv teilnehmen, vielmehr von den Kugeln mit herumgeschleppt werden. Mithin sind diese Gebilde kleine Schmarotzerorganismen, wohl Bakterien, welche sich auf der Zellwand angesiedelt haben. Ähnliche Verhältnisse bildet übrigens schon ENGLER[1]) für *Beggiatoa mirabilis* ab.

Die Zelle wird von einer zarten, doppelt konturierten Membran umgrenzt (Fig. 16 und 17). Bei einer 14 μ hohen kalottenförmigen Zelle, deren Durchmesser an der Basis 21,7 μ betrug, bestimmte ich ihre Dicke mit 0,7 μ. Sie besitzt eine sehr geringe Elastizität: eine „Flexilität" (COHN[2]) der Zellen wie bei *Beggiatoa mirabilis*[3]) habe ich nicht beobachten können. Dagegen stimmt die Membran darin mit der von *Beggiatoa mirabilis* überein, dass sie Pektinstoffreaktionen gibt. Mit Safranin in Wasser färbt sie sich schön orangerot, und aus einer stark verdünnten Lösung speichert sie Rutheniumrot intensiv. Bei Färbung mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin oder Hämalaun konnte ich drei sehr dünne Schichten unterscheiden: eine äussere und innere, sich mit dem Farbstoff nur schwach färbende und eine sich stark tingierende mittlere Lamelle. In Fig. 11 sind diese drei Schichten nach einer mit MERKEL'scher Lösung fixierten und mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin gefärbten Zelle gezeichnet.

Das Protoplasma bildet einen äusserst zarten hyalinen Wandbeleg, von dem aus sich keine Protoplasmastränge durch das Innere der Kugel hindurchziehen. Mithin wird dieses von einer grossen centralen Vakuole erfüllt. Gleichwohl gelingt eine Plasmolyse der Zellen mit Glycerin, Magnesiumsulfat- und Kochsalzlösung nicht; es erfolgen bei Anwendung dieser Reagentien nur starke Schrumpfungen. An nor-

---

1) ENGLER, Über die Pilzvegetation des weissen oder toten Grundes in der Kieler Bucht. IV. Bericht der Kieler Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. VII.—IX. Jahrg. Berlin 1884.

2) COHN, Beiträge zur Physiologie der Phycochromaceen und Florideen. M. SCHULTZE's Archiv für mikroskopische Anatomie. 3. Bd. 1867.

3) HINZE, Untersuchungen über den Bau von *Beggiatoa mirabilis* Cohn. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abteil. Kiel. Neue Folge. Bd. 6. 1902.

malen Zellen wird man auch bei stärkster Vergrösserung infolge der Anhäufung der Schwefeltropfen nur sehr selten das Plasma wahrnehmen. Schwefelfreie Zellen dagegen lassen einen wabigen, nur eine Wabenlage dicken Wandbeleg erkennen (Fig. 14 und 15). Das Gleiche ist zu beobachten bei fixierten, entschwefelten und mit Hämatoxylin gefärbten Zellen (Fig. 18).

Die rundlichen, dunkel umrandeten Gebilde, welche die unter normalen Bedingungen lebenden Thiophysen fast vollständig erfüllen (vergl. z. B. Fig. 1, 3, 19, 20), liegen stets im Wandbeleg. Dass sie aus zähflüssigem Schwefel bestehen, beweist zunächst ihr Aussehen, ihre Form und ihre Grösse, die genau mit denen der Beggiatoen übereinstimmen; ferner ihre Unlöslichkeit in Mineralsäuren und Alkalien. In konzentrierter Essigsäure sind sie, im Gegensatz zu den Schwefeltropfen der Beggiatoen, zum Teil löslich; dies kann aber meines Erachtens nicht gegen ihre Schwefelnatur sprechen, sondern nur dafür, dass eine etwas andere Modifikation des Schwefels vorliegt. Ferner stimmen jene Gebilde mit den Schwefeltropfen der Beggiatoen hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber absolutem Alkohol und Chloroform überein: sie lösen sich bis auf einen kleinen Rest, der nun keine dunkle Umrandung mehr erkennen lässt, aber auch bei längerem Abspülen mit absolutem Alkohol (abweichend von *Beggiatoa*) nicht entfernt werden kann. Überträgt man schwefelbeladene Thiophysen in reines Seewasser, so verschwinden ihre Schwefeltropfen allmählich; nach 24 Stunden wird man schon viele schwefelarme (Fig. 8—10, 13) oder schwefelfreie (Fig. 14 und 15) Zellen finden, andere jedoch behalten auffallenderweise längere Zeit ihren Schwefel, den sie erst nach mehrtägiger Hungerkultur verbrennen. Der Umsatz des Schwefels in diesen Organismen ist mithin ein langsamerer als der in den Beggiatoen, welche schon nach 1—2 Tagen vollständig entschwefelt werden können. Bei in konzentriertem Glycerin eingeschlossenen Thiophysen krystallisiert der Schwefel allmählich aus. Wie bei *Beggiatoa* diffundiert er zunächst durch die Zellwand nach aussen und scheidet sich dann nach einiger Zeit in monoklinen Kristallen ab, wobei eine grössere Zahl von Tropfen nur einen Kristall bildet. Fig. 12 veranschaulicht verschiedene Stadien dieser Kristallisation; die gezeichnete Zelle lag seit zwei Monaten in Glycerin.

In allen entschwefelten lebenden Thiophysen bemerkt man mehr oder weniger zahlreiche, mattgrünlich glänzende, ovale oder rundliche Gebilde (Fig. 13—15). Ihre Grösse ist verschieden; bei einer 17 μ dicken Kugel mass das grösste Körnchen 1,4 μ im Durchmesser, die kleinsten erschienen bei starker Vergrösserung (1500fach) nur wie ein Punkt. Sie liegen in den Hohlräumen der Waben, und zwar der Wabenwand angelagert (Fig. 14 und 15). Über ihre chemische

Beschaffenheit gaben die angewandten Reagentien keinen positiven Aufschluss. Sie färben sich nämlich nicht mit MILLON's Reagens, Jodjodkalium, Osmiumsäure, Sudan III, Congorot, Neutralrot, Hämatoxylin, Methylenblau sowie Essigsäuremethylgrün und sind unlöslich in 1 prozentiger Kalilauge, 1 prozentiger Salzsäure sowie 10prozentiger Kochsalzlösung. Einen Anhalt über ihre Natur gewährt indessen ihre Lage in den Wabenhohlräumen, denselben Hohlräumen, welche sonst mit Schwefeltropfen erfüllt sind. Dies lässt vermuten, dass die in Rede stehenden Gebilde eine Beziehung zu dem Schwefel haben. Dafür spricht ferner die Tatsache, dass der in Chloroform und Alkohol unlösliche Rest des Schwefels genau so aussieht wie diese Körner. Dass sie aber geradezu Schwefel seien, halte ich für unwahrscheinlich (denn dann wäre es auffällig, dass der grösste Teil des Schwefels in Alkohol löslich ist, dieser kleine Rest jedoch nicht), weil sie in den „schwefelfreien" Zellen, d. h. den Zellen, in welchen der charakteristisch aussehende, schwarz umrandete Schwefel verbrannt ist, stets noch enthalten sind, auch wenn diese mehrere Tage in Hungerkulturen leben. Vielleicht sind es gar Schwefelbildner, d. h. Centra, an oder um die der zähflüssige Schwefel angelagert wird. Doch lassen sich bei der Winzigkeit dieser Gebilde und dem negativen Ausfall der chemischen Untersuchung einstweilen nur Vermutungen aussprechen.

Besonderes Interesse verdient *Thiophysa* deswegen, weil auch bei ihr wie bei *Beggiatoa mirabilis* ein Zellkern nicht nachzuweisen ist. Gut gelungene Präparate lassen nur eine mehr oder weniger grosse Zahl, jedenfalls für gleich grosse Zellen nicht konstant viele „Chromatinkörnchen" erkennen, welche verschiedene Grösse besitzen (Fig. 16 und 17). Auch einzelne Teilungsstadien dieser Körnchen konnte ich beobachten und daran feststellen, dass sie sich durch einfache Durchschnürung teilen. Daraus geht hervor, dass diese Gebilde keine Stoffwechselprodukte sind, sondern einen wesentlichen Bestandteil der Zelle ausmachen, der allerdings nicht in allen Zellen mit der gleichen Deutlichkeit sichtbar zu machen ist. Ausserdem konnte ich bei den Färbungen mit „Kernfarbstoffen" wiederum die Richtigkeit der FISCHER'schen[1]) physikalischen Theorie der Färbung bestätigt finden. Um die Untersuchung zu vereinfachen, färbte ich die Zellen gleich nach dem Auswaschen des Fixiermittels, also vor dem Herauslösen des Schwefels. Die Zellen, welche in Glycerin eingeschlossen wurden, entschwefelte ich überhaupt nicht, da hier später, wie erwähnt, der Schwefel von selbst verschwindet. Diejenigen Waben nun, welche Schwefeltropfen enthielten, standen unter einem höheren Druck als

1) A. FISCHER, Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Jena 1897.

die übrigen, und infolgedessen haben sie sich auch intensiver gefärbt. In Fig. 18 habe ich ein kleines Stück des Wandbeleges bei starker Vergrösserung gezeichnet; man erkennt zwei mit Hämatoxylin stärker gefärbte Wabenwände neben kleinen, den Wabenmaschen eingebetteten Chromatinkörnchen.

Die Zellteilung habe ich bereits eingangs skizziert; ich ergänze das dort Gesagte unter Hinweis auf die Fig. 19—26. Die Regel ist, dass eine Kugel sich vor Beginn der Teilung in die Länge streckt (Fig. 8) und dass dann eine ringförmige Einschnürung, senkrecht zu der so gebildeten Längsachse, auftritt (Fig. 19—23). In diesem Stadium verweilt eine Zelle mehrere Stunden lang; währenddessen zieht sich die junge Membran durch die Zelle hindurch. Dann bemerkt man, dass die beiden neugebildeten Zellen, welche sich bisher in einer breiten Fläche berührten, sich gegeneinander längs dieser Fläche verschieben und sich unter rüttelnden Bewegungen voneinander loszutrennen suchen, bis dies schliesslich erreicht ist. Dabei haben sie sich merklich abgeflacht: so zeigt Fig. 23 eine Zelle während der Teilung, und in Fig. 24 sind die beiden aus ihr hervorgegangenen Zellen bei derselben Vergrösserung wiedergegeben. Die Tochterzellen runden sich dann allmählich ab (Fig. 4), strecken sich und teilen sich von neuem. Die Teilung ist mithin nicht ein langsames Durchschnüren derart, dass zuletzt nur noch eine schmale Verbindungsbrücke vorhanden ist, sondern sie besteht in einer Einschnürung, Ausbildung der Membran und Trennung der Tochterzellen.

Neben diesen regelmässigen Teilungsvorgängen treten nun Abweichungen hervor, die indes darum nicht sehr zu verwundern sind, weil *Thiophysa* keinen polaren Bau besitzt. Zuweilen teilt sich nämlich eine Zelle schon vor ihrer Abrundung zur Kugel, also im Stadium der Kalottenform. Dann streckt sie sich nicht in der Richtung des kleineren, sondern in der des grösseren Durchmessers, und nun schreitet die Einschnürung auf der einen Seite weiter fort als auf der anderen (Fig. 25), ja es tritt auch wohl nur eine einseitige Einschnürung auf (Fig. 26).

Bei der Durchsicht der Literatur über die Schwefelbakterien fand ich eine Angabe COHN's[1]), die sich möglicherweise auf meine *Thiophysa* bezieht. COHN beobachtete nämlich zwischen den *Beggiota*-Fäden kleine Zellen von 0,08—0,02—0,03 *mm* im Durchmesser. „Manche dieser Kugeln waren auf der einen Seite paukenförmig eingedrückt (Fig. 6 *a*), oder konkav-konvex wie eine Niere, auch kurz zylindrisch mit beiderseits abgeflachten Enden (Fig. 6*a*), andere in der Mitte eingeschnürt (Fig. 6 *d*), noch andere durch eine Scheide-

1) COHN, l. c. S. 54.

wand halbiert (Fig. 6*e*); einmal fand ich ein kurzes Röhrchen mit zwei kugelartigen Erweiterungen an beiden Enden (Fig. 6*g*). — Dieselben rollten sich — zwar langsam, aber kräftig längs den *Beggiotoa*-Fäden hin und her, zwischen denen sie zu Tausenden verstreut waren, oder wälzten sich schwerfällig und wie taumelnd auf dem Objektglase von einem Punkte zum andern in unbestimmter Bahn" (S. 54). — Was zunächst die Gestalt anlangt, so würden die Figuren *b*, *c*, *e*, *f* COHN's wohl *Thiophysa* darstellen können, dagegen stimmt die Fig. *a* garnicht mit ihr überein; ebenso ist es schwer, die Figuren *d* und *g* mit meinen Beobachtungen über die Teilung in Einklang zu bringen, namentlich das kurze Röhrchen der Fig. *g* mit den kugelartigen Anschwellungen. Auch die Bewegung ist nicht völlig die gleiche, denn nur die zweite Art würde für *Thiophysa* zutreffen. Möglich, dass COHN zweierlei Organismen beobachtete, und der eine davon *Thiophysa* war, doch ist es misslich, aus den knappen Bemerkungen und den Zeichnungen eine Entscheidung fällen zu sollen, die auch deswegen entbehrlich wird, weil COHN einen Namen für diese Organismen nicht vorgeschlagen hat.

COHN spricht auch die Vermutung aus, dass „diese rätselhaften Gebilde in den Entwickelungskreis von *Beggiatoa* gehören." Für *Thiophysa* ist das sicher nicht der Fall. Denn die Zellen trennen sich stets nach der Teilung, wachsen also niemals zu Fäden aus. Und ferner finden sich dort, wo *Thiophysa* in verhältnismässig grossen Mengen vorkommt, keine Beggiatoen. Immerhin ist *Thiophysa* infolge des ganzen Habitus der Zellen, der Art der Bewegung, der Reaktion der Membran und der Kernlosigkeit mit den Beggiatoen nahe verwandt, speziell mit *Beggiatoa mirabilis.* Auf die systematische Stellung werde ich demnächst an dieser Stelle zurückkommen, wenn ich über meine Untersuchungen an *Monas Mülleri* Warm. berichte.

Von einer Gliederung der Gattung *Thiophysa* in mehrere Arten sehe ich ab. Es würden sich allerdings, da man ganz verschieden grosse Zellen in Teilung findet (Fig. 19—23), vielleicht ähnlich wie bei den Beggiatoen, je nach dem Durchmesser der Zellen einzelne Spezies abgrenzen lassen. Doch erscheint mir dieser bislang einzige Einteilungsgrund, dessen Berechtigung auch erst noch durch längere Zeit fortgesetzte Objektträgerkulturen zu erweisen wäre, zu äusserlich und unwesentlich.

Diagnose:

Thiophysa nov. gen.

In der typischen Form kugelige, mit Schwefeltropfen beladene Zellen, welche von einer die Reaktionen der Pektinstoffe gebenden Membran umgrenzt sind. Der protoplasmatische Wandbeleg um-

schliesst eine grosse centrale Vakuole; ein Zellkern ist nicht nachweisbar. Geisseln fehlen. Vor der Teilung streckt sich die Zelle in die Länge, schnürt sich biscuitförmig ein und zerfällt in zwei sich später abrundende kalottenförmige Zellen.

Thiophysa volutans nov. spec. Durchmesser der Kugeln 7—18 μ. Bewegung ein langsames und träges Umherwälzen. Golf von Neapel in der Nähe von Castellamare.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—3. Kugelige schwefelreiche Zellen von *Thiophysa volutans*, Fig. 1 und 2 nach lebendem, Fig. 3 nach einem mit Jodjodkalium fixierten Exemplar gezeichnet. Vergr. 950.

„ 4 u. 5. Kalottenförmige schwefelreiche Zellen. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 950.

„ 6. Kalottenförmige schwefelreiche Zelle in der Aufsicht. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 950.

„ 7. Dieselbe Zelle wie in Fig. 6, jedoch in seitlicher Ansicht. Vergr. 950.

„ 8. Ovale schwefelarme, vor der Teilung stehende Zelle. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 950.

„ 9. Eine vor der Teilung stehende schwefelarme Zelle in der Aufsicht. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 950.

„ 10. Dieselbe Zelle wie in Fig. 9, jedoch in seitlicher Ansicht. Vergr. 950.

„ 11. Zellwand, welche nach Färbung mit Hämatoxylin drei Schichten erkennen lässt. Präparat: MERKEL'sche Lösung, verdünntes Hämatoxylin nach DELAFIELD, konzentriertes Glycerin. Vergr. 1200.

„ 12. Verschiedene Stadien der Kristallisation des Schwefels. Präparat: FLEMMING'sche Lösung, Glycerin. Vergr. 1200.

„ 13. Eine nur zwei Schwefeltropfen enthaltende Zelle mit mattgrünlich glänzenden Gebilden. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 1200.

„ 14 u. 15. Schwefelfreie Zellen, bei denen in den Wabenhohlräumen des Wandbelegs grünliche Gebilde liegen. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 950.

„ 16 u. 17. Bei mittlerer Einstellung gezeichnete Zellen. Im Wandbeleg, der nicht eingetragen ist, liegen verschieden grosse „Chromatinkörner". Präparat: Schwache FLEMMING'sche Lösung, verdünntes Hämalaun, konzentriertes Glycerin. Vergr. 1200.

„ 18. Ein Stück aus dem Wandbeleg einer mit verdünntem DELAFIELD'schen Hämatoxylin gefärbten Zelle. Zwei grosse, stark gefärbte Schwefelvakuolen, kleine Chromatinkörner. Vergr. ca. 2000.

„ 19—23. Verschieden grosse, in Teilung stehende, schwefelbeladene Zellen. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 950.

„ 24. Die beiden aus der in Fig. 23 wiedergegebenen Zelle durch Teilung entstandenen Zellen. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 950.

„ 25. Eine in Teilung stehende schwefelbeladene Zelle mit ungleichmässiger Einschnürung. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 950.

„ 26. Eine in Teilung stehende schwefelbeladene Zelle mit einseitiger Einschnürung. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 950.

42. Arnold Löwenstein: Über die Temperaturgrenzen des Lebens bei der Thermalalge Mastigocladus laminosus Cohn.

Eingegangen am 15. Juni 1903.

Für die meisten saftreichen Pflanzen liegt die obere Temperaturgrenze des Lebens relativ niedrig, für viele bei kurzer Einwirkung bei ungefähr 45—47 ° C. Doch haben Beobachtungen an heissen Quellen gelehrt, dass gewisse Pflanzen — es sind hauptsächlich Vertreter der niederen Algen und Pilze — höhere Temperaturen zu ertragen im stande sind, ohne in ihrer Lebensfähigkeit geschädigt zu werden[1]. So hat u. a. SCHWABE[2] angegeben, dass im Karlsbader Sprudel Organismen und zwar Algen leben, welche eine Temperatur von 70° C nicht nur aushalten, sondern sogar bevorzugen. Da ich nun, abgesehen von meiner Studienzeit, ständig in Karlsbad weile und hier Gelegenheit habe, die Thermalalgenvegetation täglich beobachten zu können, habe ich, einer Anregung des Herrn Prof. MOLISCH folgend, dem ich hier für die mir erwiesene Unterstützung meinen herzlichsten Dank abstatte, mir die Aufgabe gestellt, festzustellen, bei welcher Temperatur die Thermalalgenvegetation im Karlsbader Sprudel vorkommt und innerhalb welcher Temperaturgrenzen ein Leben für diese Flora möglich ist. Die Versuche wurden mit dem von FERD. COHN[3] und HANSGIRG[4] beschriebenen *Mastigocladus laminosus* Cohn[5] (*Hapalosiphon laminosus* Hansgirg) unternommen, der auf dem Sprudelberge in Karlsbad in grünen Rasen bei einer Durchschnittstemperatur von 49° C. wächst.

Es ist wohl am Platze, wenn ich Einiges über das Vorkommen und die Fundstelle dieser Alge erwähne. Der Sprudelberg, der sich wenige Decimeter über das Niveau des Teplbettes erhebt, ist von zahlreichen winzigen Sprudelspringern durchsetzt, deren dampfendes

1) Eine kurze Zusammenstellung der Literatur über diesen Gegenstand findet sich in „PFEFFER, Pflanzenphysiologie," II. Bd., S. 87ff., 2. Aufl, 1901.

2) SCHWABE, Über die Algen der Karlsbader warmen Quellen. Linnaea 1837.

3) FERD. COHN, Abhandlungen der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur, 1862. Über die Algen des Karlsbader Sprudels, mit Rücksicht auf die Bildung des Sprudelsinters.

4) HANSGIRG, Beiträge zur Kenntnis der böhmischen Thermalalgenflora. Österreichische botan. Zeitschrift 1884, S. 276-284.

5) Der bekannte Algologe Herr Dr. S. STOCKMAYR hatte die Güte, lebendes Material, welches ich ihm zusandte, zu revidieren und hat meine Bestimmung als richtig anerkannt. Ich erlaube mir, ihm für seine Mühe meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Wasser eine Temperatur von über 70° besitzt und sich über den Sprudelberg in kleinen Bächen ergiesst. Hier beginnt die Thermalalgenflora zur Seite dieser Bäche dort, wo sich das Wasser immer bereits auf mindestens 52° C. abgekühlt hat. Vielfach — besonders in der älteren Literatur (z. B. SCHWABE l. c.) — begegnet man der Angabe, dass diese Algenflora bei viel höheren Temperaturen gedeihe, als ich im Laufe meiner Untersuchungen fand[1]). Dieser Irrtum früherer Forscher findet vielleicht darin seine Erklärung, dass bei der Ablesung der Temperaturen nicht immer Rücksicht auf die Ausbreitung des Rasens genommen wurde und die Temperaturmessungen sich auf die Mitte des fliessenden Wassers erstreckten. — Die Art des Auftretens dieser Alge macht es auch erklärlich, dass Versiegen dieser kleinen Quellen mit dem vollkommenen Verschwinden der ganzen Flora zusammenfällt.

Im Laufe meiner $1^1/_2$jährigen Untersuchungen, die zu jeder Jahreszeit erfolgten, fand ich an den Punkten, wo die Algen im Sprudelwasser gediehen, nie eine Temperatur über 52°, selten eine solche von 51°, häufiger eine solche von 50°, gewöhnlich aber 49° C.[2]); auch andere Temperaturen sind nicht selten. Im Abflusse des Sprudels, dort, wo sich Sprudelwasser mit Teplwasser vermengt, geht die Thermalalgenflora in eine schliesslich bei 15—20° lebende über. Doch findet sich unsere Versuchsalge nicht unter den letztgenannten.

Ich verwendete zu Versuchszwecken einen mit doppelten Glaswänden versehenen, also für Lichtkulturen geeigneten Thermostaten, der drei übereinander liegende Abteilungen — im folgenden kurz als Abteilung 1, 2 und 3 bezeichnet — mit verschiedenen Temperaturen besitzt. Als Kulturmedien wurden Karlsbader Sprudelwasser, MOLISCH's Algen-Nährlösung[3]) und Moldauwasser benutzt, deren Ein-

---

1) Auch WARMING, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie, S. 157 (deutsche Ausgabe von KNOBLAUCH, Berlin 1896) gibt als obere Grenztemperatur, bei der die Karlsbader Thermalflora gedeiht, 57° C. an.

2) Es ist von Interesse, dass Prof. MOLISCH bei der Untersuchung der Thermalalgenflora auf dem Gedé (Java) eine ähnlich hohe Temperatur (49° C.) der Quelle fand, in der Oscillariaceen üppig gediehen. H. MOLISCH, Eine Wanderung durch den javanischen Urwald. Sammlung gemeinnütziger Vorträge, Prag 1900. Herausgegeben vom deutschen Verein zur Verbreitung gemeinnütziger Kenntnisse in Prag.

3) H. MOLISCH, Zur Ernährung der Algen, II. Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. CV, Abt. 1, S. 2, Oktober 1896.

Zusammensetzung von MOLISCH's Algen-Nährlösung.

1000 *g* H_2O
0,2 *g* KNO_3
0,2 *g* K_2HPO_4!
0,2 *g* $MgSO_4$
0,2 *g* $CaSO_4$
Spur Fe.

fluss auf das Verhalten der Alge, wie sich herausstellte, verschieden war. Bezüglich der Versuchsdurchführung sei noch bemerkt, dass zwischen Entnahme der Oscillarien aus dem heissen Wasser und Ausführung des Versuches keine zu lange Zeit verstreichen darf, da, wie die Versuche gelehrt haben, die in der Zwischenzeit entstandene Generation durchaus nicht dieselbe Resistenz gegen hohe Temperaturen an den Tag legt wie die ursprüngliche.

Als orientierende Versuche wurden im Februar 1902 Algen, die tagsvorher dem Sprudel bei 50° C. entnommen waren, in den drei Nährlösungen in verschiedenen Räumen des pflanzenphysiologischen Institutes der deutschen Universität in Prag derart deponiert, dass die umgebende Temperatur 5—30° C. betrug: In sämtlichen Kolben gediehen die Algen, besonders üppig in MOLISCH's Algen-Nährlösung.

Damit war festgestellt, dass diese Alge, die unter natürlichen Verhältnissen bei hohen Temperaturen lebt, auch bei relativ niederen gedeihen kann.

Und nun wurde an die Bestimmung der oberen Grenztemperatur der genannten Thermalalge geschritten. COHN[1]) sagte im Jahre 1862 auf der Karlsbader Naturforscherversammlung über den Wert einer derartigen Untersuchung folgendes: „Solche Beobachtungen haben nicht bloss allgemeines Interesse; denn wenn die meisten Wasserpflanzen und Wassertiere eine Temperatur von 30° R. (= 37,5° C.) nicht vertragen, so ist es wichtig, zu wissen, bis zu welcher Temperatur überhaupt organisches Leben, wenn auch ausschliesslich dazu organisiertes, existieren kann.“

Meine Versuche lehrten:

1. Wurde zwischen Entnahme der Algenprobe aus dem heissen Sprudelwasser und Ausführung des Versuches keine grössere Zwischenzeit gelassen als 24 Stunden, so zeigten die in MOLISCH's Algen-Nährlösung überimpften Algen das aus der Tabelle ersichtliche Verhalten:

Abteilung	Dauer des Versuches	Temperatur ° C.	Verhalten der Alge
I.	3 Tage	53	Tot, Farbstoff geschwunden, Fäden zerfallen.
II.	3 „	51	Lebend, frischgrünes Aussehen.
III.	3 „	39	Desgleichen.

Die Temperaturschwankungen betrugen innerhalb einer Abteilung während der Versuchsdauer nicht mehr als 1°. Dauert der Versuch nur drei Tage, dann bleiben Algen, einer Temperatur

1) FERD. COHN, l. c.

von 39—51° ausgesetzt, frisch. Wird unter denselben Verhältnissen der Versuch auf eine längere Dauer ausgedehnt, dann gehen die Versuchsalgen ausnahmslos zu Grunde.

2. Vergrösserte sich die Zeit zwischen Entnahme der Alge und Einstellen auf die höhere Temperatur, so verminderte sich die Resistenz gegen hohe Temperaturen entsprechend dieser Zwischenzeit, wie aus den auf nebenstehender Seite 321 veröffentlichten Tabellen hervorgeht.

Die Versuche lehren deutlich, dass es für die Kultur der Algen bei hoher Temperatur durchaus nicht gleichgültig ist, ob die aus dem heissen Sprudelwasser entnommene Alge gleich in ihre natürlichen Temperaturverhältnisse — oder doch denselben nahekommende — zurückversetzt wird, oder ob die Alge, der Zimmertemperatur ausgesetzt, Gelegenheit findet, ihre natürliche Resistenz gegen hohe Temperaturen zu verlieren. Ferner geht aus diesen Versuchen die Verschiedenheit des Einflusses der verschiedenen Nährlösungen hervor; und zwar scheint die Üppigkeit des Wachstums, welche besonders deutlich in der MOLISCH-Algen-Nährlösung hervortritt, nicht parallel zu gehen mit der Resistenz gegen hohe Temperaturen; letztere Eigenschaft scheint in erster Linie an das ursprüngliche Kulturmedium geknüpft zu sein.

Die einleitenden Versuche hatten gelehrt, dass meine Versuchsalge sehr wohl bei einer Zimmertemperatur von 5—8° zu leben, ja üppig zu gedeihen vermag. Es lag nun nahe, diese normaler Weise an so hohe Temperaturen adaptierte Pflanze auf ihre Lebensfähigkeit bei niederen Wärmegraden zu prüfen. Die Resultate waren überraschend.

1. Die Algen wurden über Nacht, während die Temperatur auf – 5° sank, in der Nährlösung der Kälte durch 17 Stunden ausgesetzt, der Eisklumpen ins Zimmer gebracht und langsam aufgetaut. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass die Alge lebte, wie auch aus dem späteren Wachstum des kleinen Rasens hervorging.

2. Es wurden hierauf Versuche mit Kältemischungen gemacht, wobei ausschliesslich eine Mischung von NaCl und Schnee verwendet wurde. Um die genaue Temperaturverminderung zu ermitteln, wurde die Thermometerkugel knapp an den Algenrasen gebracht. In zwei Versuchen wurden bloss Temperaturen von —12° erreicht; die Dauer des Versuches, während dessen die Temperatur unter 0° blieb, betrug 24 Stunden. Durch 4 Stunden blieb die Temperatur auf ihrem tiefsten Punkte, um dann nach Ablauf von weiteren 24 Stunden auf + 5° anzusteigen. Resultat in beiden Fällen: reichliche CO_2-Assimilation, keine Spur von Verfärbung; die Alge blieb also am Leben.

a) Zwischenzeit, in der die Algen bei Zimmertemperatur stehen: 8 Tage.

Abteilung	Dauer des Versuches Tage	Temperatur ansteigend	Nährlösung	Verhalten
I.	33	40—48°	Sprudelwasser	Durch die ganze Dauer des Versuches, frisch und lebend.
	33	40—48°	MOLISCH's Algen-N.	Nach 3 Wochen bei 43° zu Grunde gegangen.
	33	40—48°	Moldauwasser	
II.	33	33—41°	Sprudelwasser	Algen in jeder der Nährlösungen bleiben am Leben.
	33	33—41°	MOLISCH's Algen-N.	
	33	33—41°	Moldauwasser	
III.	33	27—36°	Sprudelwasser	Alles frisch grün.
	33	27—36°	MOLISCH's Algen-N.	
	33	27—36°	Moldauwasser	

b) Zwischenzeit, in welcher die Versuchsalge bei 5 bis 8° C. gezogen wurde, 87 Tage.

Dauer des Versuches	Temperatur	Verhalten
10 Tage	35, ansteigend bis 43°	Gutes Wachstum verknüpft mit lebhafter CO_2-Assimilation,
10 Tage	29, ansteigend bis 32°	Frisches Grün. Bei geringer Erhöhung der Temperatur rasches Absterben.

c) Zwischenzeit 5 Monate.

Dauer des Versuches	Nährlösung	Temperatur	Verhalten
17 Tage	MOLISCH's Algen-Nährlösung	46 ansteigend bis 49°	Vollständige Entfärbung, Zerfall der Fäden.
17 Tage	Moldauwasser	46 ansteigend bis 49°	
17 Tage	MOLISCH's Algen-Nährlösung	37 ansteigend bis 41°	Desgleichen.
17 Tage	Moldauwasser	37 ansteigend bis 41°	
17 Tage	MOLISCH's Algen-Nährlösung	32 ansteigend bis 35°	Vollständig entfärbt, tot.
17 Tage	Moldauwasser	32 ansteigend bis 35°	Sind noch grün, leben, lebhafte CO_2-Assimilation.

3. Es wurde die Temperatur weiter erniedrigt und zwar wurden gleichmässige Erniedrigungen von a) – **18,2** und b) – **19,3** erreicht. Einwirkungszeit wie bei Versuch 2. Ergebnis: Wiederum frischgrünes Aussehen, keine Spur von Verfärbung, also sicheres Leben, wie auch CO_2-Assimilation und spätere Vermehrung bewies. Eine Verschiedenheit in Bezug auf die Einwirkung der einzelnen Kulturmedien wurde nicht konstatiert.

Aus diesen Versuchen geht zur Genüge hervor, dass meine Versuchsalge, die bei ihrem natürlichen Vorkommen so hohen Temperaturen angepasst ist, abnorm tiefe Wärmegrade zu ertragen imstande ist.

Die Fähigkeit gewisser Organismen Temperaturen zu ertragen, denen die meisten anderen Lebewesen schon nach kurzer Einwirkungszeit zum Opfer fallen, haben verschiedene Autoren auf verschiedene Ursachen zurückgeführt. THIELE[1]) fand, dass die Ernährung einen Einfluss auf die obere Wachstumsgrenze von *Penicillium glaucum* besitze.

LYDIA RABINOWITSCH[2]) zeigte, dass bei fakultativ anaëroben, thermophilen Bakterien das Existenzminimum bei Sauerstoffmangel zwischen 34—44° liegt, während es bei Sauerstoffzutritt auf 50° hinaufrückt.

DALLINGER[3]) konnte Infusorien, die sich gewöhnlich bei 15,5° entwickelten, schliesslich an eine Temperatur von 70° gewöhnen, womit eine zunehmende Konzentration des Protoplasmas verbunden war, Wasserarmut soll also diesen Organismen die besprochene Fähigkeit verleihen.

Der Befund, dass meine Versuchsalge in Sprudelwasser so different hohe Temperaturen im Verhältnis zu den andern Nährlösungen verträgt, spricht für die Anschauung, dass dieses ursprüngliche Kulturmedium einen Reiz auf das Protoplasma dieser Alge im Sinne einer Erhöhung der Resistenz gegen hohe Temperaturen ausgeübt hat. Im allgemeinen neige ich zur Anschauung WARMING's[4]), dass bisher nicht erklärte Eigenschaften des Protoplasmas dieser Alge dieselbe befähigen, extreme Temperaturen zu ertragen, dass wir also mit unseren heutigen Kenntnissen von der Zusammensetzung des Zellinhaltes nicht imstande sind, uns diese Resistenz zu erklären.

---

1) R. Thiele, Temperaturgrenzen der Schimmelpilze. Leipziger Dissertation. 1896. S. 36.

2) Lydia Rabinowitsch, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten. 1895. Bd. 20, S. 159.

3) Dallinger, Journal of the R. Micr. Soc. III. 1880. S. 1—15.

4) Warming, l. c. S. 22.

Wenn ich die Hauptergebnisse dieser kleinen Untersuchung zusammenfasse, scheint mir folgendes bemerkenswert:

1. Die in der Thermalflora von Karlsbad in grosser Menge vorkommende Oscillariacee *Mastigocladus laminosus* Cohn lebt hier bei relativ hohen Temperaturen. Die höchste von mir beobachtete betrug 52° C.

2. Durch Versuche im Sprudelwasser, in MOLISCH's Algennährlösung und in Moldauwasser wurde gezeigt, dass diese Alge auch im Thermostaten ähnlich hohe Temperaturen zu ertragen imstande ist, dass dieselbe aber auch bei gewöhnlicher Zimmertemperatur und noch niedrigeren Temperaturen gedeiht und bis mindestens — 19.3° lebensfähig bleibt.

3. Es hat sich ferner die Tatsache ergeben, dass die genannte Oscillariacee, falls sie ihrem natürlichen Standorte entnommen und bei niederen (Zimmer-) Temperaturen längere Zeit gezüchtet wird, ihre Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen merklich einbüsst, und zwar um so mehr, je länger sie niederen Temperaturen ausgesetzt war.

Prag, Pflanzenphysiol. Institut der k. k. deutschen Universität.

---

43. Boris von Fedtschenko: Über die Elemente der Flora des West-Tian-schan.

Mit Tafel XVI.

Eingegangen am 18. Juni 1903.

In den Jahren 1897 und 1902 hatte ich Gelegenheit im Auftrage der Kaiserlichen Russischen Geographischen Gesellschaft und des Kaiserlichen Botanischen Gartens die Flora des westlichsten Teiles der immensen Gebirgsmasse Central-Asiens, „Tian-schan“ benannt, kennen zu lernen. Ich untersuchte nur einen Teil dieser Gebirge und nenne das von mir untersuchte Gebiet (westlich von dem Meridian 75° von Greenwich) mit den angrenzenden Steppen: „West-Tian-schan“.

Mit der Bearbeitung meiner botanischen Sammlungen beschäftigt, habe ich mir die Aufgabe gestellt, auf Grund eigener Untersuchungen und sämtlicher Literatur sowie einiger unbearbeiteter Sammlungen, welche dem Kaiserlichen Botanischen Garten und der Kaiserlichen

Akademie der Wissenschaften gehören, eine vollständige Flora dieses Gebietes zusammenzustellen. Diese Flora wird etwa 1600 Arten (bei weiterer Artauffassung) enthalten, und der erste Teil meines Werkes ist schon dem Drucke übergeben (in „Acta Horti Petropolitani").

In den nachstehenden Zeilen will ich einige allgemeine Bemerkungen über die Flora dieser Gegenden machen, und zwar erstens die verschiedenen Florenelemente dieser Flora anzuzeigen und dann eine neue, höchst bemerkenswerte Pflanzenart zu beschreiben.

Ich unterscheide folgende verschiedenen Gruppen von Pflanzenarten in unserer Flora, welche eine ähnliche geographische Verbreitung auf der Erdkugel haben:

1. Kosmopolitische Pflanzen, welche eine überaus weite Verbreitung haben; die wenigen Pflanzenarten unserer Flora, welche dieser Gruppe angehören, sind öfters Ruderal- oder Wasserpflanzen und sind in beiden Hemisphären anzutreffen. Als Beispiel möchten wir folgende Pflanzen nennen: *Capsella bursa pastoris*, *Nasturtium palustre* u. a.

2. Nordisches aussertropisches Florenelement — am meisten artenreich, doch wenig charakteristisch. Hierher gehören alle diejenigen Pflanzenarten unserer Flora, welche ausserdem in Europa, Nord-Asien (bis zum Himalaya), öfters auch in Nord-Amerika anzutreffen sind. Das Studium der Variation dieser Pflanzen und der zahlreichen Unterarten wird uns in einzelnen Fällen wichtige pflanzengeographische Ergebnisse liefern.

3. Arktische Pflanzen. In der Hochgebirgszone unseres Gebietes (3—5000 *m*) gibt es etwa 70 Pflanzenarten, welche ausserdem auch im arktischen Gebiete vorkommen. Viele von diesen Arten sind den europäischen Alpen fremd. — Wir möchten folgende „arktische" Arten nennen: *Thalictrum alpinum*, *Anemone narcissiflora*, *Papaver alpinum*, *Parrya nudicaulis*, *Draba incana*, *Eutrema Edwardsi*, *Viola biflora* u. a.

4. Aralokaspische Pflanzen, oder vielleicht ist es besser, diese Gruppe als mongolokaspisch zu bezeichnen. Es sind die Pflanzenarten der centralasiatischen Wüste, welche als Vorposten bisweilen ziemlich hoch in die Gebirge aufsteigen. Ich werde nur einige Arten dieser Gruppe nennen, zum Beispiel den Saxaul (*Haloxylon Ammodendron*), welche noch vor etwa 20 Jahren im südlichsten Teile unseres Gebietes, am rechten Ufer der Syr-Darja anzutreffen war; solche Arten, wie *Leptaleum filifolium*, *Lachnoloma Lehmanni*, *Dodartia orientalis*, *Hulthemia berberifolia*, steigen bisweilen bis 1000 *m* in das Gebirge hinauf.

5. Es gibt eine recht merkwürdige Kategorie von Pflanzenarten, insbesondere von Xerophyten, welche besonders stark in den süd-

westlich von unserem Gebiete liegenden Gegenden verbreitet sind, zum Beispiel in Persien, am Sarafschan u. s. w. Weiter nach Norden und Osten sind diese Arten nicht anzutreffen. Es ist die Vermutung sehr wahrscheinlich, dass es spätere Ankömmlinge sind. Ich möchte hier z. B. folgende Arten nennen:

Ranunculus arvensis, *Ranunculus muricatus*, *Nigella integrifolia*, *Delphinium persicum*, *D. barbatum*, *Bongardia Chrysogonum*, *Papaver dubium*, *Hedysarum plumosum*, *Trichodesma incanum*, *Scutellaria multicaulis* u. a.

6. Besonders bemerkenswert ist die Kategorie der Pflanzen, welche ich „Relictenarten" nennen möchte. Es sind die Überreste der hydrophilen tertiären Vegetation, welche insbesondere in den mittleren Bergregionen vorkommen. Einige von diesen Pflanzenarten sind endemisch und haben ihre Verwandten im Himalaya, andere sind in unveränderter Form im Bucharagebirge oder im Himalaya einheimisch. Ich möchte hier folgende Arten nennen:

Ranunculus tenuilobus, *Aconitum Napellus* subsp. *Turkestanicum*, *Aquilegia vulgaris* subsp. *Karelinni*, *Berberis heteropoda*, *Corydalis Gortschakowii*, *Abelia corymbosa*, *Exochorda Korolkowi*, *Megacarpaea gigantea*, *Carum platycarpum*, *Seseli giganteum*, *Trigonotis Olgae*, *Abies Semenovii*, *Scilla puschkinioides* u. a.

Besonders bemerkenswert ist diese Relictenvegetation, weil eben diese Arten uns die wichtigsten Aufschlüsse über die Geschichte der Vegetation dieser interessanten Gegend zu geben versprechen. Wir halten es für nicht unangemessen, hier die Diagnose einer der bemerkenswertesten neuen Pflanzen zu geben, welche von mir schon im Jahre 1899 entdeckt und im Jahre 1902 wieder aufgefunden war. Später fand ich zwischen dem unbearbeiteten Materiale im Herbare des Kaiserlichen Botanischen Gartens einige Exemplare dieser Pflanzen, welche schon im Jahre 1880 in unserem Gebiete an einer nicht näher zu erklärenden Stelle von ALB. REGEL's Leuten gesammelt waren.

Diese neue Pflanze unterscheidet sich von fast allen anderen Borragineen durch ihre gegenständigen Blätter. Ich untersuchte an Ort und Stelle einige Hunderte von Exemplaren dieser Pflanze und nur ein einziges hatte ein Paar Blätter, welche nicht gegenständig waren. Ich möchte hier daran erinnern, dass es unter sämtlichen Borragineenarten nur sehr wenige mit gegenständigen Blättern gibt.

Trigonotis (Sectio nova Antiphyllum m.) Olgae m.

Rhizoma induratum, tenue, ramosissimum. Cauliculi annui fere pedales vel humiliores, adscendentes. Folia asperopuberula, saepissime opposita, in petiolum attenuata; petiolus laminae vix $^1/_5$—$^1/_4$

aequans, lamina oblongo-lanceolata, apice obtusiuscula. Flores solitarii in axillis foliorum superiorum vel cymam pauciflorem formantes. Pedunculi foliis breviores, tenues, sub anthesi erectiusculi, tunc demum deflexi. Calyx quinquefidus, laciniae linerari-lanceolatae. Corolla coerulea, tubus brevis, laciniae oblongo-rotundatae. Fructus 4-nucularis, nuculae basi areola minima affixae, a stylo filiformi apice subcapitulato omnino liberae, dorso excavatae, puberulae albidae.

Montes Tian-schan occidentales: in valle fluvii Maidantal, in saxosis prope rivulum Kuurgen-tur, 25 jul. 97 Calend. Jul. (= 6 Aug. Cal. Gregor.) florens et 5/17 aug. 97 fructif. (B. A. FEDTSCHENKO!!); ibidem cum fructibus 4/17 aug. 902 lectum (B. A. FEDTSCHENKO!!); adest etiam in herbario Petropolitano a cl. A. REGELII servulo (MUSSA?) in loco „Santasch“ vallis fluvii Tschirtschik junio 1880 cum floribus fructibusque junioribus lectum.

Plantam hanc elegantissimam dominae doctissimae OLGA FEDTSCHENKO dedicamus.

Erklärung der Abbildungen.

Trigonotis Olgae n. sp. Habitusbild.

1. Same.
2. Frucht (zwei vordere Nüsschen sind entfernt).
3. Nüsschen von oben.
4. Nüsschen von der Seite.

44. Otto Müller: Sprungweise Mutation bei Melosireen.

Vorläufige Mitteilung[1]).

Mit Tafel XVII.

Eingegangen am 21. Juni 1903.

Bei der Untersuchung der Bacillariaceen des Nyassa-Sees (das Material wurde mir von Herrn Geheimrat Professor Dr. A. ENGLER gütigst überwiesen), fand ich Melosiren-Fäden, welche ein eigentümliches Bild boten. Einzelne Zellglieder mancher Fäden hatten einen verschiedenen Bau (Taf. XVII, Fig. 1; 2). Einige *a*, glichen einer grobporigen *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs, andere *b*, waren ungleich feinporiger und zeigten gewisse Eigentümlichkeiten der *Melosira crenulata*

1) Ein ausführlicher Bericht erscheint in der zweiten Folge (Melosireen) meiner Arbeit über die Nyassa-Bacillarien in ENGLER's Botanischen Jahrbüchern.

Kütz., das alternierende Zurücktreten der Porenreihen vom Diskusrande; aber die durch die Porenreihen hervorgerufene, in etwas schräger Richtung zur Pervalvaraxe (Längsaxe des Fadens) geneigte feine Streifung war abweichend. Diese Streifen wurden auch nicht durch feine rundliche Poren gebildet, sondern durch stabförmige. Die Mantelfläche solcher Zellen glich etwa einer aus Stäbchenreihen bestehenden Zoogloea. — Noch eine dritte Zellart *c* kam in den Fäden vor, ein Compositum von *a* und *b*, d. h. eine Zellhälfte besass den Bau von *a*, die andere den von *b*. — Ausser durch Grösse, Abstand und Gestalt ihrer Poren unterschieden sich die Zellen *b* von den Zellen *a* auch durch ihre ungleich dünnere Zellwand, und dieser Unterschied bestand auch bei den gemischtporigen Zellen *c*, die *a*-Hälfte war starkwandig und am Pleurarande mit einem deutlichen Sulcus versehen, die *b*-Hälfte dünnwandig und ohne Sulcus. Meistens, aber nicht immer (Fig. 2), waren die Zellen *b* oder ihre Hälften auch höher als die Zellen *a* (Fig. 1). Die Höhe der grobporigen Zellen bezw. Hälften desselben Fadens war sehr verschieden, Fig. 3; sie schwankte (die Hälfte vom Diskusrande bis zum Gürtelbandrande der Valva gemessen) von 13—24 μ; die Hälften der feinporigen von 19—25 μ.

Der Porendurchmesser, der Abstand und die Richtung der Porenreihen waren nicht immer gleich. Die grobporigen Endhälften der Fäden zeichneten sich durch etwas grössere Poren aus; ihre Porenreihen verliefen der Pervalvaraxe parallel in Abständen von 7—8 auf 10 μ. Die anderen grobporigen Zellen und Hälften desselben Fadens hatten etwas kleinere Poren; die Reihen standen schräg zur Pervalvaraxe oder in steilen Spiralen, in Abständen von 9—10 auf 10 μ. — Die Porenreihen von je zwei benachbarten Zellhälften beschrieben sigmaförmige Linien (Taf. XVII, Fig. 1; 4; 5). — Die feinporigen Zellen und Hälften waren gleichmässiger, aber auch bei ihnen bestanden Unterschiede; die Porenreiheu standen gewöhnlich in Abständen von 12—14 auf 10 μ, doch kamen auch geringere Abstände, 15—17 auf 10 μ, vor. — Zuweilen traf ich auch Übergangsformen von grob- zu feinporigen Zellen, die Abstände wurden weiter, und die stabförmige Gestalt der Poren näherte sich der rundlichen. — Durchschnittlich werden auf 100 $q\,\mu$ der grobporigen Zellen $9 \cdot 7{,}5 = 67{,}5$, auf denselben Flächenraum der feinporigen $14 \cdot 10 = 140$, also die doppelte Zahl Poren kommen.

Ausser den in der beschriebenen Weise zusammengesetzten fand ich aber auch solche Fäden, welche nur aus der Zellart *a* (Fig. 3), und andere, welche nur aus der Zellart *b* zusammengesetzt waren.

Im Müggelsee bei Berlin hatte ich schon früher Fäden von *Melosira granulata* beobachtet, welche aus verschieden. gebauten Zellen bestanden; aber diese Erscheinung war nicht so auffällig, und erst die Beobachtung der Nyassa-Melosiren wies auf ihre Bedeutung hin.

Genauere Betrachtung ergibt nämlich ein sehr ähnliches Verhalten, d. h. grobporige Zellen *a*, feinporige *b* oder gemischtporige *c* sind zu einem Faden aneinandergereiht (Fig. 8), und auch darin gleichen sie den Nyassa-Melosiren, dass die Zellwand der feinporigen Zellen oder Hälften wesentlich dünner ist, als die der grobporigen (Fig. 8, 9); auch die Grösse der Poren und der Abstand der Reihen stimmen im wesentlichen mit den Nyassa-Formen überein.

So ähnlich aber die grobporige Nyassa-Form der grobporigen *Melosira granulata* des Müggelsees auf den ersten Blick erscheinen mag, dennoch sind beide Formen verschieden. Zunächst sind die Grössenverhältnisse ungleich. Die Höhe der Hälften der Nyassa-Form (vom Diskusrande der Schale bis zu ihrem Gürtelbandrande gemessen) schwankt von 13—24 μ, die Breite von 14—35 μ; die Höhe der Müggel-Form von 5,5—15 μ, in demselben Faden von 5,5 - 11,5 μ, die Breite von 6—21 μ. — Die beiden grobporigen Endhälften eines jeden Fadens der Müggel-Form tragen auf dem Diskusrande ausser den kleinen Zähnchen, welche auch alle anderen Zellen des Fadens besitzen, mehrere lange Dornen (Taf. XVII, Fig. 6, 8[1]). Hat der Faden durch Teilung eine gewisse Gliederzahl, meistens 26—31, erreicht, dann bildet auch die Mittelzelle bei der Teilung Dornen aus (Taf. XVII, Fig. 7); der Faden weicht an dieser Stelle auseinander, und jedes der beiden Trennstücke (junge Fäden) besitzt somit die Dornen der Endhälften.

Diese Dornen fehlen den Nyassa-Fäden, wenigstens habe ich niemals Dornen gefunden, auch nicht an solchen Zellen, welche sich durch die vorher genannten Merkmale als Endzellen ausweisen. Dagegen scheinen sich bei den Nyassa-Fäden bei einer gewissen Gliederzahl, welche ich noch nicht bestimmen konnte, junge, durch ihre stärkere Zellwand auffallende, Mittelhälften auszubilden, zwischen denen die Fäden vermutlich auseinanderweichen. Ich fand solche cystenartigen, starkwandigen Hälften mehrfach inmitten der Fäden, aber niemals mit Dornen.

Ein zweiter wesentlicher Unterschied aber besteht darin, dass die feinporigen Hälften und Zellen der Müggel-Form niemals stäbchenförmige Porenreihen besitzen, sondern lediglich solche aus kleinen, runden Poren (Fig. 6, 7, 8, 9, 10). Die Zellen *b* der Müggel-Form unterscheiden sich daher nicht durch die verschiedene Gestalt ihrer Poren, sondern nur durch deren Grösse und den kleineren Abstand ihrer Reihen, von den Zellen *a*; daher auch die geringere Augenfälligkeit der Erscheinung.

Wie im Nyassa- so kommen aber auch im Müggelsee vielfach

---

1) O. MÜLLER. Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen. Ber. der Deutschen Bot. Ges. Bd. XIX, S. 199.

Fäden vor, welche ausschliesslich aus grobporigen Zellen *a* (Fig. 6, 7), oder aus feinporigen *b* (Fig. 9, 10) bestehen. Die Endzellen der aus feinporigen Gliedern bestehenden Fäden des Müggelsees tragen aber niemals Dornen und unterscheiden sich auch hierdurch von den grobporigen Fäden.

Eine feste Regel, nach welcher die Bildung der heterogenen halben und ganzen Zellen im Fadenverbande erfolgt, habe ich bisher nicht auffinden können. Die Erkennung einer solchen wird aber durch den Umstand erschwert, dass Fäden von grösserer Zellenzahl im Nyassa-Material selten sind; durch den weiten Transport wurden die meisten Fäden gebrochen; im Müggelsee tritt die Erscheinung seltener auf. — Eine öfter wiederkehrende Anordnung der Glieder zu gleichen Gruppen deutet dennoch auf eine vorhandene Norm, die aber vermutlich durch unregelmässige oder verzögerte Teilung einzelner Zellen gestört wird. In den nachfolgenden Fadenformeln bedeutet der * die vorhandene Anfangs- bzw. Endzelle des Fadens.

Vom Nyassa-See.

*** = Anfangs- bzw. Endzelle eines Fadens. 1/2 g = grobe Zellhälfte; 1/2 f = feine Zellhälfte.**

* a + c + **2b** + 1/2 f . . = 5 1/2 Zellen.
* a + c + **14b** + . . = 16 Zellen.
* a + 2c + 6a + 1/2 g . = 9 1/2 Zellen.
* a + 2c + 3a + 3c + **b** + 1/2 f . . = 10 1/2 Zellen.
* a + 2c + 14a * = 17 Zellen, vollständig.
* a + 2c + 2a + 2c + 2a + 2c + 5a * = 16 Zellen vollständig.
* a + 2c + 2a + 6c + 1/2 g . . = 11 1/2 Zellen.
* 2a + c + **4b** + 1/2 f . . = 7 1/2 Zellen.
* 2a + 4c + 1/2 g . . = 6 1/2 Zellen.
* 3a + 4c + 2a + c + **2b** . . . = 12 Zellen.
* 5a + c + **b** + 1/2 f . . = 7 1/2 Zellen.
* 7a + 2c + 4a + 1/2 g = 13 1/2 Zellen.
. . 1/2 f + 2c + **4b** + 1/2 f . . = 1/2 6 1/2 Zellen.
. . 1/2 f + **5b** + c + a + 5c + 1/2 f . . = 1/2 12 1/2 Zellen.
. . 1/2 f + **5b** + 1/2 f . . = 1/2 5 1/2 Zellen.
. . 1/2 f + **5b** + c + a + 2c + **3b** + 1/2 f . . = 1/2 12 1/2 Zellen.
. . **7b** + 2c . . = 9 Zellen.
. . 1/2 f + **7b** + 1/2 f . . = 1/2 7 1/2 Zellen.
. . a + c + **8b** + 1/2 f . . = 10 1/2 Zellen.
. . 1/2 f + **9b** + 1/2 f = 1/2 9 1/2 Zellen.
. . 1/2 g + c + **9b** . . = 1/2 10 Zellen.
. . 1/2 f + **14b** + 1/2 f . . = 1/2 14 1/2 Zellen.
. . 1/2 g + c + 6a + 2c + 7a + 1/2 g . . = 1/2 16 1/2 Zellen.
. . 1/2 g + 3a + 2c + 6a + 4c + 1/2 g . . = 1/2 15 1/2 Zellen.

Vom Müggel-See.

* a + c + 11 a + . . = 13 Zellen.

* a + 2c + 3a + 1/2 g . . = 6 1/2 Zellen.

* 2 c + 5 a + 2c * = 9 Zellen vollständig.

12c + 2a + 2c + 1/2 g . . = 16 1/2 Zellen.

. . b + c + 2a + 2c + 2a + c + b + c + 2a + 2c + 2a + c + b + c + 2a + c + 1/2 f . . = 23 1/2 Zellen.

. . 1/2 f + c + 2a + c + b + c + 2a + 2c + 2a + c + b + c [Dornen] + [Dornen] 2a + 2c + 2a + c + 1/2 f . . = 22 1/2 Zellen mit Dornen im Fadenverbande.

. . c + a + b + a + c + a + 2c [Dornen] + [Dornen] a + c + a + 1/2 f = 11 1/2 Zellen mit Dornen im Fadenverbande.

Die Beobachtung ergab ferner:

1. Jeder aus grobporigen oder gemischtporigen Gliedern bestehende vollständige Faden beginnt und schliesst stets mit einer grobporigen Zellhälfte; meistens aber sind beide Hälften der Endzellen grobporig.

2. Die neu gebildeten Zellhälften sind immer von derselben Art, entweder grobporig oder feinporig und meistens von gleicher, nur ausnahmsweise nicht von gleicher Grösse.

3. Grobporige Zellen *a* und gemischtporige *c* können grobporige junge Hälften, — grobporige *a*, gemischtporige *c* und feinporige Zellen *b* können feinporige junge Hälften bilden.

Die Frage aber, ob feinporige Zellen *b* grobporige junge Hälften erzeugen können, vermag ich noch nicht zu entscheiden; ihre Unfähigkeit wäre die Vorbedingung für die Konstanz der feinporigen Art. Lösen sich die feinporigen Zellen aus dem Verbande eines gemischtporigen Fadens, so müssen sie zu längeren, ausschliesslich aus feinporigen Zellen bestehenden Fäden auswachsen, die nicht wieder in die grobporige Art zurückschlagen können, ausser vielleicht durch Auxosporen. Besonders im Müggelsee sind vielgliedrige feinporige Fäden ohne zwischengeschaltete grobporige Hälften sehr häufig.

Im Nyassa-See dagegen fand ich einmal einen unvollständigen Faden von der Formel:

. . . 1/2 f + 13b + 2c + 4b + 1/2 f . . .

d. h. auf 28 feinporige Hälften folgten 2 grobporige und darauf wieder 10 feinporige Hälften. Dieser Befund ist kaum anders zu erklären, als dass die zwischengeschalteten beiden grobporigen Hälften aus einer feinporigen Mutterzelle hervorgegangen sind, vielleicht die künftige Trennungsstelle des Fadens bedeuten. In diesem Falle würden die jungen feinporigen Fäden grobporige Endhälften besitzen.

Ganz ähnliche Verhältnisse habe ich bei den Fäden einer anderen Art im Nyassa- und Malomba-See beobachtet, die nach der

landläufigen Terminologie als *Melosira crenulata* var. *ambigua* Grun. bezeichnet werden müsste. Die Zellen sind ungleich kleiner und besitzen viel feinere Poren als *Melosira granulata*. Wie bei dieser aber findet man Fäden, welche aus gemischtporigen Gliedern zusammengesetzt sind, aus starkwandigen, verhältnismässig gröber punktierten mit weiter voneinander abstehenden Porenreihen und aus dünnwandigen, feinpunktierten mit engeren Porenreihen (Fig. 4). Neben solchen aber kommen Fäden vor, welche nur aus starkwandigen und grobporigen und andere, welche nur aus dünnwandigen und feinporigen Zellen bestehen (Fig. 5).

Diese Form ist auch im Müggelsee sehr häufig; ich habe aber bisher keine aus gemischtporigen Gliedern bestehenden Fäden finden können, wohl aber neben den gröberporigen starkwandigen die feinporigen dünnwandigen, oft in grosser Zahl. Vermutlich werden auch die gemischtporigen vorhanden sein, vielleicht aber ist deren Auftreten an eine bestimmte Jahreszeit gebunden. — Die Höhe der halben Zelle schwankt von 3,5—10,5 μ; die Breite von 5–9 μ.

Soweit die aus der Beobachtung sich ergebenden Tatsachen. Ob man aus denselben den Schluss ziehen darf, dass sie drei Fällen von sprungweiser Mutation entsprechen, mag noch unsicher sein, weil die Konstanz der feinporigen Arten nicht ausser allem Zweifel steht. Ohne Kenntnis der gemischtporigen Fäden aber würde man die so unähnlichen grobporigen und feinporigen unmöglich in genetischen Zusammenhang bringen können, dieselben vielmehr als verschiedene Arten auffassen müssen. — Jedenfalls kommen die beobachteten drei Fälle dem Wesen der sprungweisen Mutation sehr nahe und dürfen schon deshalb ein besonderes Interesse beanspruchen, weil die heterogenen Fadenteile neben den genuinen unmittelbar erkennbar sind und sogar das Plasma ein und derselben Zelle zur Erzeugung beider, eventualiter zur Mutation, befähigt ist.

Auf die Systematik will ich an dieser Stelle nur kurz eingehen.

Die grobporige Müggel-Form muss als *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs bestehen bleiben. Von dieser Stammart gehen zwei Subspecies aus:

1. die Fäden mit gemischtporigen Gliedern, welche ich *Melosira mutabilis* nennen will;

2. die feinporigen Fäden, *Melosira punctata*.

Dieser Name soll die runde Porenform bezeichnen. Zugleich aber umfasst er einen Teil der früher von W. SMITH *Orthosira punctata* genannten Formen.

Die grobporige Nyassa-Form nenne ich *Melosira Nyassensis*. Auch von dieser gehen zwei Unterarten aus:

1. die Fäden mit gemischtporigen Gliedern, welche ich mir erlaube zu Ehren des Herrn Professors Dr. de Vries in Amsterdam *Melosira de Vriesii* zu nennen;

2. die feinporigen Fäden, die ich als *Melosira bacillosa* bezeichne, um die stäbchenförmige Gestalt ihrer Poren auzudeuten.

Die vier Unterarten sind nicht homogen, es können vielmehr verschiedene Formae abgetrennt werden, welche ich in den Englerschen Jahrbüchern besprechen will, woselbst auch die Diagnosen gegeben werden sollen.

Melosira crenulata var. *ambigua* Grun. kann als Varietät von *Melosira crenulata* nicht bestehen bleiben. *Melosira crenulata* ist an sich eine sehr zweifelhafte Art, deren Merkmale und Grenzen nicht festzustellen sind. Ich schlage daher für die grobporige und dickwandige Form den Namen *Melosira ambigua* (Grun.) vor.

Die gemischtporige Unterart möge *Melosira variata* und die feinporige Unterart *Melosira puncticulosa* heissen.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren wurden mit Zeiss 2 *mm* Apochromaten und dem Abbe'schen Zeichenapparat bei 1000maliger Vergrösserung entworfen. 1 *mm* = 1 μ.

Fig. 1. *Melosira de Vriesii* n. subsp. Fadenstück vom Nyassa-See. Zwei gemischtporige vollständige Zellen *c*. Die beiden feinporigen jungen Hälften sind nicht gleich hoch. Der Faden enthält auch noch grobporige Zellen *a*.

„ 2. *Melosira de Vriesii* n. subsp. forma *minor* vom Malomba-See. Eine gemischtporige Zelle *c* von einem Faden, der auch Zellen *a* enthält.

„ 3. *Melosira Nyassensis* n. sp. Fadenstück vom Nyassa-See. Die beiden Hälften der vollständigen Zelle *a* sind ungleich hoch; die niedrigere mit kreisrunden, die höhere mit länglich runden Poren. In den anhängenden beiden Hälften sind die Porenreihen nur durch Linien angedeutet. Der Faden besteht nur aus grobporigen Zellen *a*.

„ 4. *Melosira variata* n. subsp. Fadenstück vom Nyassa-See. Zwei gemischtporige Zellen *c*. In der anhängenden feinporigen Hälfte sind die Porenreihen nur durch Linien angedeutet. Der Faden enthält auch Zellen *a*.

„ 5. *Melosira puncticulosa* n. subsp. Fadenstück vom Malomba-See. Eine feinporige Zelle *b*. In den beiden anhängenden Hälften sind die Porenreihen nur durch Linien angedeutet. Der Faden besteht nur aus feinporigen Zellen *b*.

„ 6. *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs. Anfangsstück eines Fadens vom Müggelsee. Anfangszellen mit Dornen; obere Hälfte mit länglich runden Poren, untere mit rautenförmigen (forma *reticulata*). In der anhängenden Hälfte sind die Porenreihen nur durch Linien angedeutet. Der Faden besteht nur aus grobporigen Zellen *a*.

„ 7. *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs. Zwei aneinander hängende Mittelhälften eines vielgliedrigen Fadens vom Müggelsee. Am Diskusrande jeder der beiden Hälften sind Dornen ausgebildet; an dieser Stelle trennt sich der Faden in zwei Hälften. Der Faden besteht nur aus grobporigen Zellen *a*.

Fig. 8. *Melosira mutabilis* n. subsp. Fadenstück vom Müggelsee. Eine grobporige Anfangszelle *a* mit Dorn; Porenreihen in der oberen Hälfte der Pervalvarachse parallel, in der unteren schräg zu derselben, beide Hälften ungleich hoch. — Zwei gemischtporige Zellen *c*; die beiden grobporigen Hälften der früheren Mutterzelle ungleich hoch, Porenreihen sigmaförmig; die feinporigen jungen Hälften gleich hoch, Porenreihen sigmaförmig. Der Faden enthält auch noch feinporige Zellen *b*.

„ 9. *Melosira punctata* n. subsp. Fadenstück vom Müggelsee. Eine feinporige Zelle *b* mit sigmaförmigen Porenreihen. In den beiden anhängenden Hälften sind die Porenreihen nur durch Linien angedeutet. Der Faden enthält nur feinporige Zellen *b*.

„ 10. *Melosira punctata* n. subsp. Forma *subtilissima* n. f. Fadenstück vom Müggelsee. Aneinander hängende Hälften von zwei feinporigen Nachbarzellen *b*. Der Faden enthält nur feinporige Zellen *b*.

45. W. Benecke und J. Keutner: Über stickstoffbindende Bakterien aus der Ostsee.

Vorläufige Mitteilung aus dem Botanischen Institut der Universität Kiel.

Mit 4 Textfiguren.

Eingegangen am 23. Juni 1903.

Unter den ernährungsphysiologischen Problemen, welche die Meerespflanzen der Forschung darbieten, steht die Frage noch ungelöst, ja unbearbeitet da: Ob es im Meere Organismen pflanzlicher Natur gibt, welche die Fähigkeit haben, bei geeigneter Nahrungs- und Energiezufuhr gasförmigen Stickstoff zu binden und denselben dadurch indirekt auch der Assimilation durch andere Lebewesen zugänglich zu machen.[1])

Durch die vorliegende Mitteilung beabsichtigen wir diese Lücke auszufüllen; es soll, zunächst für die westliche Ostsee, nachgewiesen werden, dass sowohl am Meeresgrunde als auch im Wasser selbst Mikroorganismen hausen, welchen die gekennzeichnete wertvolle Fähigkeit eignet, wie das für die Ackererde seit BERTHELOT's[2]) Untersuchungen bekannt ist.

1) Vgl. dazu: J. REINKE, Algenflora der westlichen Ostsee, 1898, S. 15. — H. H. GRAN, Studien über Meeresbakterien I, Bergens Museums Aarbog, 1901, Nr. 10, S. 4 des Sep.-Abdr. — Derselbe, Das Plankton des norwegischen Nordmeeres. Rep. on norweg. Fish. and mar. investigations, Vol. II, 1902, Nr. 5, S. 119.

2) Comptes rendus, 1885, Bd. 101, S. 175.

Wir gliedern unsere Darstellung in zwei Teile: im ersten wird der Nachweis erbracht werden, dass in geeigneten Kulturflüssigkeiten, welche mit einem Gemisch von Meeresbakterien geimpft werden, eine Zunahme gebundenen Stickstoffs stattfindet; im zweiten geben wir einen vorläufigen Überblick über die Bakterienflora, welche wir in solchen Kulturen sich entwickeln sahen.

I.

Wie alle anderen Forscher, die bisher auf stickstoffbindende Bakterien fahndeten, verwendeten auch wir WINOGRADSKY's „elektive Kulturmethode", d. h. Nährlösungen, welche, abgesehen von Stickstoffverbindungen, alle anderen Nahrungsstoffe in zureichender Menge und günstiger Qualität enthielten; als Nährsalze dienten Dikaliphosphat und Magnesiumsulfat, als Kohlenstoff bezw. Energiequelle Mannit oder Dextrose, als Lösungsmittel reines, filtriertes Ostseewasser. Zu einigen Kulturen, durch die der Einfluss einer geringen Menge anfänglich zugegebenen, gebundenen Stickstoffs studiert werden sollte, wurden einige Milligramm Ammonsulfat zugefügt. In vielen Fällen wurde Kreide im Überschuss zugesetzt, um etwa entstehende Säuren zu binden. Über Volumen und Konzentration der Nährlösungen findet man das Nähere in der unten folgenden Tabelle. Als Kulturgefässe dienten Erlenmeyerkolben verschiedener Grösse, die mit der Nährlösung beschickt, mittels Wattepfropf verschlossen, durch dreimaliges Sterilisieren an drei aufeinander folgenden Tagen keimfrei gemacht und hierauf beimpft wurden.

Als Impfmaterial verwendeten wir bald grössere, bald kleinere Mengen von Schlick oder Mudd, der verschiedenen Stellen des Meeresgrundes der Kieler Föhrde entstammte, z. B. der Gegend der „Heulboje" aus 14 *m* Tiefe; oder eine Platinöse voll Plankton, welches etwa $^1/_2$ *m* unter der Wasseroberfläche möglichst weit draussen auf freier See bei Nordwind gefischt worden war. Es ist überflüssig, zu betonen, dass bei dem Einsammeln des Impfmaterials eine Infektion desselben peinlichst vermieden wurde.

Die geimpften Kulturkolben blieben zum grössten Teil bei Zimmertemperatur stehen, zum kleineren Teil gelangten sie in den Thermostaten (27°). Die Luft hatte entweder durch die Watte ungehinderten Zutritt zur Nährlösung, oder wurde auch vorher mit Kalilauge und Schwefelsäure gewaschen, ohne dass dadurch das Ergebnis geändert worden wäre. Auch einzelne anaërobe Kulturen wurden angesetzt; es gelangten in diesem Fall die Kulturen unter geräumige Glasglocken, innerhalb derer die Luft mittels alkalischer Pyrogallollösung von Sauerstoff befreit wurde.

Als allgemeines Resultat war zu verzeichnen, dass in allen auf

die geschilderte Weise gewonnenen Kulturen über kurz oder lang ein reichliches Bakterienleben sich entfaltete; der makroskopische Anblick des Kulturverlaufes war ein ganz ähnlicher, wie wir ihn seit den klassischen Untersuchungen WINOGRADSKY's[1]) über *Clostridium Pastorianum* kennen. Zunächst trat eine geringe Trübung und Hautbildung auf; alsbald setzte in den meisten Kulturen lebhafte Gärung ein, an der, nach dem Geruch zu urteilen, Buttersäuregärung einen starken Anteil hatte. Häufig bildeten sich dicke, schleimige Massen an der inneren Wandung der Kulturgefässe im Niveau der Nährlösung. Wie bei solchen Rohkulturen nicht anders zu erwarten, war im übrigen der Verlauf ein ausserordentlich ungleichmässiger; als durchgehendes Resultat ergab sich nur, dass die Gärung (d. h. makroskopisch sichtbare Gasentwicklung) um so kräftiger war, je höher die Nährlösung in den Gefässen stand, dass sie ferner in den Dextrosekulturen viel lebhafter, wie in den Mannitlösungen vor sich ging, schliesslich dass sie in Schlickkulturen kräftiger war als in Planktonkulturen; in diesen entwickelte sich die Bakterienvegetation wohl auch ganz ohne äusserlich sichtbare Gasentbindung. Bei Zimmertemperatur gediehen die Kulturen langsamer als im Thermostaten.

Da die Kulturen, abgesehen von den wenigen Fällen, in welchen mit reichlichen Mengen von Schlick geimpft worden oder anfänglich $(NH_4)_2SO_4$ in kleinen Dosen zugesetzt war, höchstens spurenweise Stickstoffverbindungen führten, liess sich aus dem eben geschilderten Kulturverlauf schon mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit das keineswegs wunderbare Ergebnis folgern, dass auch im Meere Stickstoffbindung durch Bakterien stattfindet. Sicherheit konnte aber immerhin nur die chemische Analyse bieten.

Diese wurde in den meisten Fällen folgendermassen ausgeführt: Es wurden zwei vollkommen identische Parallellösungen hergestellt, sterilisiert, mit derselben Menge Schlick, bezw. Plankton beimpft, hierauf die eine derselben abermals sterilisiert, schliesslich nach beendeter Versuchsdauer beide analysiert; die Differenz im Stickstoffgehalt ergab dann die Menge des in der einen durch Bakterientätigkeit gebundenen Stickstoffs. Die Analyse wurde in der üblichen Weise nach KJELDAHL ausgeführt; in den Fällen, in welchen möglicherweise durch grössere Mengen von Impfmaterial Nitratstickstoff in wägbaren Mengen eingeführt worden war, nach JODLBAUR. Die genauere Schilderung der analytischen Methoden wird in einer später erscheinenden ausführlichen Arbeit erfolgen.

Die Analysen hatten nun das zu erwartende Ergebniss, dass tatsächlich in unseren Kulturen eine Stickstoffbindung stattgefunden hatte; zum Beleg geben wir im folgenden die Resultate einiger Ana-

1) Arch. d. scienc. biol. St. Pétersbourg 1895, Bd. 2, S. 297.

lysen tabellarisch wieder; es handelt sich dabei zunächst um Kulturen, welche mit Schlick beimpft, bei Luftzutritt und Zimmertemperatur gediehen. Der Vergleich derselben mit Planktonkulturen, ferner mit Kulturen, die im Thermostaten und solchen, die unter anaëroben Bedingungen erwuchsen, soll erst in der späteren Arbeit erfolgen. Wenn als Impfmaterial „Mannitkultur" angegeben ist, so heisst dies, dass die betreffende Kultur geimpft wurde aus einer Mannitlösung, die vor etwa einem Jahre (Juli 1902) mit einer geringen Menge Schlick von der Heulboje beschickt worden, bald in lebhafte Gärung übergegangen war und inzwischen vollkommen abgegoren hatte. Alles andere ergibt sich unmittelbar aus den Tabellen:

Kulturflüssigkeit (Versuch 1—8).

	Ostseewasser	100 *g*
	Dextrose	4 „
	K_2HPO_4	0,04 „
	$MgSO_4 + 7H_2O$	0,02 „
	$\pm CaCO_3$	0,2 „
ausserdem in Nr. 7:	$(NH_4)_2SO_4$	0,004 „

Nr. des Versuchs	Kulturzeit	Anzahl der Tage	Mit oder ohne $CaCO_3$	Impfmaterial	Milligramm N in der geimpften Kultur	Milligramm N in der geimpften, dann sofort sterilisierten Kultur	Stickstoffgewinn in 100 *ccm*
1	8. Febr. bis 22. April	74	+	Schlick	22[1])	6	16
2	8. Febr. bis 22. April	74	—	„	15	6	9
3	9. Febr. bis 22. April	73	+	Mannitkultur	17	0,3	16,7
4	9. Febr. bis 22. April	73	—	„	10	0,28	9,72
5	9. Febr. bis 22. April	73	+	„	10	0,3	9,7
6	11. Febr. bis 24. April	73	—	„	2	0,3	1,7
7	11. Febr. bis 24. April	73	+	„	26	1,25	24,75
8	11. Febr. bis 24. April	73	—	„	3	0,2	2,8

Kulturflüssigkeit (Versuch 9—12).

Ostseewasser	100 *g*
Mannit	4 „
K_2HPO_4	0,1 „
$MgSO_4 + 7H_2O$	0,05 „
$\pm CaCO_3$	0,25 „

1) Um ganz sicher keinen zu hohen Stickstoffgewinn anzugeben, haben wir die Zahlen dieser Kolumne nach unten auf ganze Milligramm abgerundet. In Versuch 1—8 standen die Kulturen während der Monate März und April im kalten, ungeheizten Zimmer.

Nr. des Versuchs	Kulturzeit	Anzahl der Tage	Mit oder ohne $CaCO_3$	Impf-material	Milligramm N in der geimpften Kultur	Milligramm N in der geimpften, dann sofort sterilisierten Kultur	Stickstoffgewinn in 100 *ccm*
9	23. April bis 26. Mai	34	+	Mannitkultur	6	0,21	5,79
10	23. April bis 26. Mai	34	—	„	1,3	0,4	0,9
11	23. April bis 26. Mai	34	+	„	5,8	0,28	5,02
12	23. April bis 26. Mai	34	—	„	3	0,23	2,77

Kulturflüssigkeit (Versuch 13—16).

Ostseewasser	100	*g*
Dextrose	4	„
K_2HPO_4	0,1	„
$MgSO_4 + 7H_2O$	0,5	„
$\pm CaCO_3$	0,25	„

Nr. des Versuchs	Kulturzeit	Anzahl der Tage	Mit oder ohne $CaCO_3$	Impf-material	Milligramm N in der geimpften Kultur	Milligramm N in der geimpften, dann sofort sterilisierten Kultur	Stickstoffgewinn in 100 *ccm*
13	23. April bis 28. Mai	36	+	Schlick	7	0,3	6,7
14	23. April bis 28. Mai	36	—	„	1,17	0,28	9,89
15	23. April bis 28. Mai	36	+	„	6	0,27	5,73
16	23. April bis 28. Mai	36	—	„	2,9	0,23	2,67

Unterziehen wir diese analytischen Ergebnisse einer kurzen Diskussion: Zuerst zeigt sich, dass in den Kulturen, welchen anfänglich kein gebundener Stickstoff zugesetzt wurde, und welche nicht mit grösseren Mengen Schlick geimpft waren (d. h. abgesehen von Versuch 1, 2, 7), der Gehalt an gebundenem Stickstoff in den sterilisierten Parallelkulturen stets weniger als $^1/_2$ *mg* Stickstoff betrug, woraus wir folgern dürfen, dass in den Kulturen, in welchen wir nach beendeter Kulturdauer etwa 1 *mg* Stickstoff fanden, mit grösster Wahrscheinlichkeit, in denjenigen, in welchen diese Menge noch grösser war, mit voller Sicherheit eine Bindung gasförmigen Stickstoffs stattgefunden hatte. Ferner erwies sich der Zusatz von Kreide stets als vorteilhaft, was bei der starken Buttersäureproduktion nicht Wunder nehmen kann. Schliesslich zeigt sich, durchaus im Einklang mit den von WINOGRADSKY verzeichneten Erfahrungen, dass die Stickstoffbindung durch anfängliche Zugabe geringer Mengen gebundenen Stickstoffes, etwa 4 *mg* Ammonsulfat zu 100 *ccm*, erheblich in die Höhe getrieben werden kann (cf. Versuch Nr. 7). Im Übrigen ist die Höhe des Gewinnes an gebundenem Stickstoff eine ausserordentlich schwankende, was bei solchen Mischkulturen eigentlich selbstverständlich ist; auch andere Autoren, die mit stick-

stofffixierenden Landbakterien arbeiteten, haben ganz dieselben Erfahrungen gemacht. Wir fanden als Maximum etwa 25, als Minimum etwa 1 *mg* gebundenen Stickstoff bei Darbietung von 4 *g* Dextrose bezw. Mannit als Energiequelle, die übrigens in den tabellarisch verzeichneten Kulturen niemals vollkommen aufgebraucht wurden; die von anderen Autoren angegebenen Zahlen schwanken etwa innerhalb derselben Grenzen.

Es ist somit das Faktum der bakteriellen Stickstofffixierung im Meerwasser nachgewiesen; wir haben uns nunmehr der Betrachtung der daran beteiligten Bakterienflora zuzuwenden und beschränken uns an dieser Stelle auf die Besprechung der bei Luftzutritt gehaltenen Kulturen. Die anaëroben sollen bei späterer Gelegenheit damit verglichen werden. Der Kundige wird ohne weiteres erkennen, dass es sich hierbei nur um eine vorläufige Orientierung handeln kann, da wir bisher nur Mischkulturen unter den Händen hatten.

II.

Impft man die oben beschriebenen, von Stickstoffverbindungen freien Nährlösungen mit Gartenerde, anstatt mit Meeresschlick, oder impft man umgekehrt Nährlösungen, die man mit Süss- anstatt mit Seewasser angesetzt hat, mit Meeresschlick, so beobachtet man in beiden Kulturen ziemlich gleichartige Wachstums- und Gärungserscheinungen; auch der schliessliche Gewinn an gebundenem Stickstoff erreicht in beiden Fällen etwa dieselbe Höhe. Daraus folgt, dass die stickstoffbindenden Landbakterien auch im Ostseewasser und umgekehrt die stickstoffbindenden Meeresbakterien auch auf dem Lande ihrem Geschäft obliegen können, wie das bei dem salzarmen, stark von Festlandseinflüssen beherrschten Ostseewasser wohl zu erwarten war. Die mikroskopische Untersuchung unserer Kulturen ergab denn auch, dass in denselben die beiden Landformen, von denen (abgesehen von den Knöllchenbakterien) bis jetzt feststeht, dass sie in Reinkulturen den gasförmigen Stickstoff zu binden vermögen, das anaërobe *Clostridium Pastorianum* Winogradsky und der aërobe *Azotobacter chroococcum* Beyerinck vorkamen, meistens miteinander vergesellschaftet und untermischt mit einer bunten Schar anderer Bakterien, die alle einzeln noch darauf zu untersuchen wären, ob sie mehr oder minder bedeutungslose Begleitformen der beiden genannten sind oder sich selbst irgendwie aktiv an der Stickstofffixierung beteiligen.

Azotobacter fehlt nach unseren bisherigen Erfahrungen nie in Kulturen, die direkt mit Schlick oder Plankton beimpft wurden, kann aber nach mehrfacher Überimpfung verschwinden. Das *Clostridium Pastorianum* andererseits, welches wir in Kulturen, die Buttersäuregärung zeigten, niemals vermissten, scheint in Planktonkulturen vollkommen fehlen zu können.

Da, wie oben gesagt, die folgenden Ausführungen nur für aërobe Kulturen gelten, ist es klar, dass die anaëroben (*Clostridium Pastorianum* u. a.) in denselben nur wegen der gleichzeitigen Anwesenheit aërober Formen, die erstere vor dem Sauerstoff schützten, gedeihen konnten.

Werfen wir zunächst einen Blick auf *Clostridium Pastorianum* und einige mit demselben nahe verwandte, noch ungenügend erforschte Arten:

Wir verweisen auf Fig. 1. Bei *a* sind einige Stäbchen dargestellt, die sich mit Jod nicht bläuen, d. h. noch keine Granulose gespeichert haben und in Kettenform verbunden sind mit anderen, welche schon reichlich dies Kohlenhydrat führen, zum Teil auch

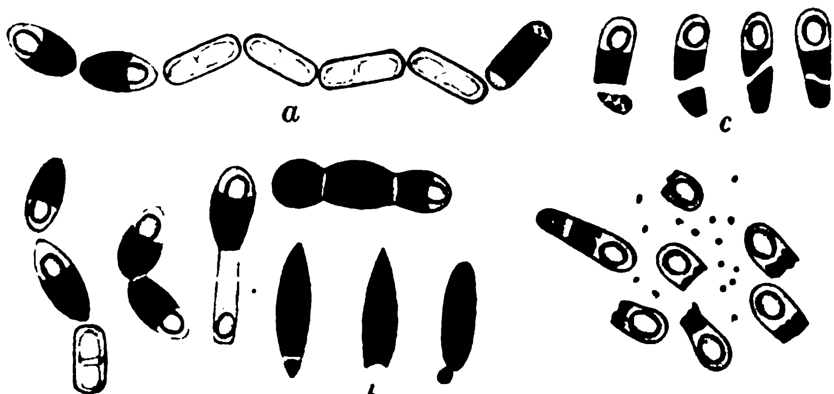


Fig. 1. *Clostridium Pastorianum* Winogradsky. Vergr. 1 : 2400. Jodpräparate. Granulose schwarz.

schon clostridiumartig angeschwollen sind und an einem Pol die heranreifende Spore zeigen. Besonders häufig beobachtet man zwei miteinander verbundene, im Präparate träge dahinschwimmende Clostridien. Dieselben sind meist eiförmig (*a*), in vielen Fällen keulenförmig (*c*, *d*), selten zylindrisch (*b*). So lange in den Zellen Granulose noch fehlt, sehen sie im Leben homogen aus, Jod lässt einige Vakuolen in die Erscheinung treten. Granuloseführende Zellen zeigen ein äusserst feinwabiges Plasma („körniges Plasma"); in den Wabenräumen liegen die Granulosemassen. Reife Sporen sehen, ganz im Einklang mit WINOGRADSKY's[1]) Angaben, so aus, wie sie Fig. 1, *d* zeigt: sie sitzen in der einseitig geöffneten Membran der Mutterzelle darin. Während aber nach WINOGRADSKY dies Bild so zustande kommt, dass die Membran der Mutterzelle einseitig verquillt, beobachteten wir den Hergang etwas anders (cf. Fig. 1, *c*):

1) Centralbl. für Bakt., II. Abt. Bd. 9. 1902.

das der Spore entgegengesetzte Ende der Zelle bricht durch einen schrägen Riss ab und die Granulose entleert sich allmählich in Form kleiner Partikelchen nach aussen. Wie ersichtlich, ist dieser eigenartige Vorgang mit einer starken Granuloseverschwendung verbunden und vielleicht durch eine Überfütterung mit Kohlenhydraten bedingt.

Dass auch vielfach die eigenartigsten Involutionsformen vorkommen, sei nur nebenher erwähnt; z. B. die rätselhafte, schon von Winogradsky (l. c.) beobachtete Abschnürung von kokkenähnlichen Gebilden, die in Fig. 1, *b* dargestellt ist.

Ähnliches dürfte übrigens auch Beyerinck[1]) nach den allerdings nicht sehr vollkommenen Abbildungen zu schliessen, an seinem *Granulobacter lactobutyricum* beobachtet haben.

Da auch die Grössenverhältnisse unseres Clostridiums recht gut mit Winogradsky's Angaben stimmen (Dicke der Stäbchen: 1,3 μ, Sporengrösse meist 1,2 $\times$ 1,4 μ, gemessen an Jodpräparaten), so dürfte kein Zweifel obwalten, dass wir tatsächlich *Clostridium Pastorianum* vor uns hatten. Dagegen zu sprechen scheint allerdings die Tatsache, dass wir diese Form auch in Mannitlösungen auftreten sahen, während sie nach Winogradsky diesen Alkohol nicht vergären kann; es dürfte sich das aber so erklären, dass der Mannit in unseren Mischkulturen erst durch andere Bakterien zu solchen Stoffen oxydiert wurde, die der Verarbeitung durch *Clostridium Pastorianum* anheimfallen konnten.

Neben *Clostridium Pastorianum* führten nun unsere Kulturen noch eine grosse Zahl mehr oder minder ähnlicher, grösserer wie kleinerer, zweifellos ebenfalls anaërober Granulosebakterien, die ohne Hilfe von Reinkulturen mit dem Mikroskop auseinanderwirren zu wollen ein fruchtloses Unterfangen wäre. Es genüge der Hinweis, dass eine Form, die sehr häufig war, sich von *Clostridium Pastorianum* hauptsächlich durch die scharfe Zuspitzung der Zellenden im Clostridienzustand unterschied (cf. Fig. 2, *c*).

Ganz besonders stach aber eine andere Form durch ihre ausserordentliche Grösse in die Augen; sie sei vorläufig *Clostridium giganteum* genannt (Fig. 2, *a* und *b*). In dem bei *a* gezeichneten Stadium schwärmt sie sehr lebhaft; *b* zeigt die Sporenbildung. Abgesehen von der Grösse unterscheidet sich *Clostridium giganteum* von *Pastorianum* noch durch zwei morphologische Merkmale: während bei *Pastorianum* fast immer bloss eine Spore in der Zelle entwickelt wird, zeigen die Sporangien von *giganteum* mindestens ebenso häufig, vielleicht auch häufiger zwei Sporen; ferner sind die reifen Sporen frei, liegen also nicht von der Mutterzellmembran umschlossen. Die grössten Sporen dieser Art erreichten die respektable Grösse von $2^1/_2$ auf $1^1/_2$ μ; an

1) Arch. néerl. d. sc. exactes et natur. 1896, Bd. 29, S. 9.

diesen ist die die Sporenwand umhüllende Gallertschicht, die sonst nur nach Färbung (z. B. Methylenblau) deutlich sichtbar wird, ohne Mühe schon im Leben zu sehen.

Auch *Clostridium giganteum* zeigt unter Umständen die eigenartigsten Involutionen, die gelegentlich zu ganz erstaunlich grossen Zellformen führen.

Bekanntlich beschreibt WINOGRADSKY unter dem Namen „*Clostridium* aus Wolhynien“ eine stickstoffbindende Form, die ebenfalls bedeutend grösser ist als *Clostridium Pastorianum.* Immerhin dürfte dieses *Clostridium* aus Wolhynien die Grösse unseres *giganteum* nicht erreichen.

Ob *Clostridium giganteum* freien Stickstoff bindet, muss natürlich vor der Hand fraglich bleiben, so lange Erfahrungen an Reinkulturen

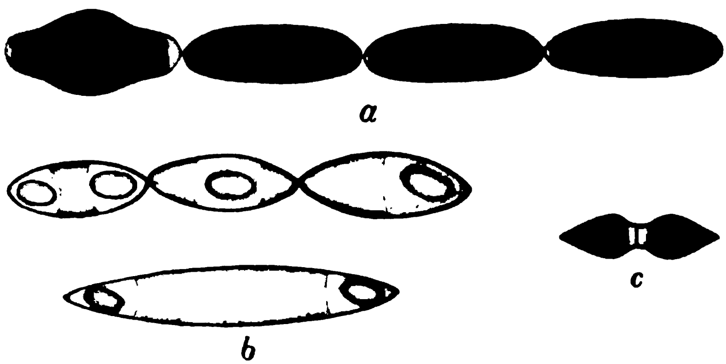


Fig. 2 *a, b Clostridium giganteum* ad int. Vergr. 1:2400. Jodpräparate; Granulose schwarz. *c* siehe Text, S. 340.

nicht vorliegen, denn worauf BEYERINCK[1]) seine Behauptung stützt, dass alle „Granulobakter“-Arten freien Stickstoff binden, wissen wir nicht. Immerhin ist es wohl wahrscheinlich, da *giganteum* oft die vorherrschende Form in unseren Kulturen war.

Dass aber andererseits *Clostridium Pastorianum* auch in unseren Kulturen einer der stickstoffbindenden Organismen war, können wir einmal auf die Autorität WINOGRADSKY's hin behaupten, ferner aber auch durch folgenden Versuch belegen, der allerdings noch durch einen Versuch mit einer Reinkultur von *Pastorianum* zu ergänzen wäre.

Die oben in der Tabelle als „Mannitkultur“ bezeichnete, mit Schlick aus der Nähe der Heulboje beimpfte Kultur zeigte nach mehrfachen Überimpfungen im wesentlichen nur drei Bakterienformen miteinander vergesellschaftet; erstens das *Clostridium Pastorianum*, zweitens einen *Bacillus* (Fig. 3, *a*, *b*, *c*), drittens ein *Paraplectrum*

1) Centralbl. für Bakt., II. Abt. 1902. Bd. 9, S. 3.

(Fig. 3, *d*), beide Bezeichnungen im Sinne ALFR. FISCHER's[1]) genommen.

Der *Bacillus*, leicht auf gewöhnlichem Nähragar, Möhren etc. gedeihend und in schön regelmässigen, sanft gebogenen Zellfäden wachsend, ist dadurch kenntlich, dass er sich mit Jod intensiv rotviolett färbt, hier und da auch fast blau, immerhin doch nicht so typisch, dass wir ihn ohne weiteres als Granulosebacillus bezeichnen möchten. Er erwies sich in den bisher verwendeten Nährmedien als obligat aërob, verflüssigte Gelatine und zeigte kein Anzeichen dafür, dass er in Reinkulturen freien Stickstoff binden könne.

Die Sporenbildung ist unter Fig. 3, *b* dargestellt, die Keimung unter 3, *c*. Diese ist meist äquatorial, die Längsachse des Keim-

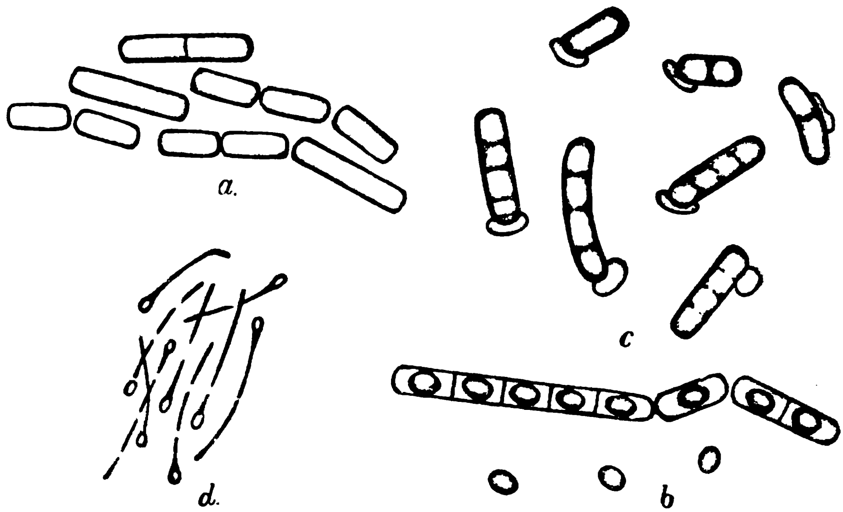


Fig. 3. Begleitbakterien von *Clostridium Pastorianum*. Vergr. 1 : 2400. *a*, *b*, *c* *Bacillus* sp. *a*, *b* nach dem Leben. *c* Jodpräparat. *d* *Paraplectrum* sp. Jodpräparat.

stäbchens etwas schief zur Längsachse der Spore gerichtet. Was die Grösse angeht, so ist der Bacillus in allen Teilen etwas kleiner als *Clostridium Pastorianum*.

Das *Paraplectrum* ist unter Fig. 3, *d* abgebildet; es ist eine sehr dünne, schwach gebogene Form; vielleicht handelt es sich auch um mehrere Arten, da die Dicke der Zelle schwankt. Besonders charakteristisch ist die Granulosereaktion, die meist zwar nicht sehr intensiv, aber doch mit hinreichender Deutlichkeit eintritt, sobald die sich zur Sporulation anschickenden Zellen mit Jod behandelt werden.

Wurde das Gemisch dieser drei Formen auf Agar-Agar, Möhren oder ähnliche Nährboden ausgesäet, so entwickelte sich das *Para-*

1) Vorlesungen über Bakterien. Jena 1903, S. 60 und 61.

plectrum nie; wir können also über seine sonstigen Eigenschaften, über die etwaige Fähigkeit, Stickstoff zu binden, nichts aussagen. Von den beiden anderen Arten wuchs der Bacillus leicht in Reinkultur, das *Clostridium* erschien aber weder bei aërober, noch bei anaërober Züchtung in Reinkultur, vielmehr nur gelegentlich in Mischkolonien mit dem Bacillus. So oft man beobachtete, dass einzelne Kolonien des letzteren anfingen, Gas zu entwickeln, konnte man sicher sein, dass dies auf die Anwesenheit des Clostridiums zurückzuführen sei.

Eine geringe Spur einer solchen Mischkolonie des Bacillus mit *Clostridium Pastorianum* wurde nun in eine 4prozentige Dextrosenährlösung überimpft, welche keinen gebundenen Stickstoff enthielt, und die Kultur in den Thermostaten bei Luftzutritt gestellt. Es entwickelte sich nichts; nach einiger Zeit wurde eine geringe Menge Ammonsulfat (5 *mg*) hinzugefügt; alsbald trat Wachstum ein, das Mikroskop lehrte, dass der Bacillus anscheinend in Reinkultur wuchs; er bildete zunächst eine ganz dünne Kahmhaut; sehr bald trat Gasbildung und Gärung ein; jetzt zeigte das Mikroskop, dass ausser dem Bacillus sich auch *Clostridium Pastorianum* entwickelte. Als nach 14 Tagen der Versuch beendet wurde, ergab sich, dass der Bacillus inzwischen stark vom Clostridium zurückgedrängt worden war. Die Analyse ergab einen Gewinn von 4 *mg* Stickstoff in 100 *ccm*.

Wir haben zweifellos im Einklang mit WINOGRADSKY, an dessen Angaben ja überhaupt diese ganze Versuchsanordnung und ihr Ergebnis sehr erinnert, anzunehmen, dass zuerst der Bacillus unter Konsum des Ammonsulfates wucherte und hierauf *Clostridium Pastorianum* zu wachsen anfing und Stickstoff fixierte. Abgesehen von dem Sauerstoffentzug mögen natürlich auch noch andere, nicht näher bekannte Momente bei dieser Symbiose mitgewirkt haben.

Soviel über die Granulosebakterien unserer Kulturen.

Wie nun oben bereits bemerkt, beobachteten wir in den meisten unserer Kulturen auch den eigenartigen *Azotobacter chroococcum*, den schon WINOGRADSKY[1]) und KRÜGER[2]) unter den Händen hatten, dessen genauere Kenntnis man aber erst dem unermüdlichen BEYERINCK[3]) verdankt, und von dem durch die Arbeiten von GERLACH und VOGEL[4]) sowie von ALFR. KOCH[5]) sichergestellt ist, dass er in Reinkulturen bei Luftzutritt freien Stickstoff bindet. Während bei den anaëroben Granulosebakterien, wie REINKE[6]) ausführt, die

1) Bakt. C. II. Abt. Bd. 9, 1902.
2) Landw. Jahrb. 1900.
3) Bakt. C. II. Abt. Bd. 7, 1901.
4) Bakt. C. II. Abt. Bd. 9, 1902.
5) Verh. der Naturf. und Ärzte. Karlsbad 1902.
6) Ebenda, ferner: Einleitung in die theoretische Biologie. 1901, S. 335.

Bindung ohne Zweifel eine Reduktion des Stickstoffs ist, ist der Mechanismus der Bindung durch *Azotobacter* noch unbestimmt.

Durch die Freundlichkeit von Herrn Prof. ALFR. KOCH, dem wir auch sonst für manche Auskunft zu bestem Dank verpflichtet sind, konnten wir aus Göttingen stammende Reinkulturen von *Azotobacter* mit den unseren vergleichen und absolut sicher stellen, dass wir die typische Form im Meerwasser gefunden haben, sowohl im Schlick, als auch im Plankton; vielleicht ist *Azotobacter* dazu berufen, vorwiegend in den oberen Wasserschichten, in denen Clostridien fehlen können, den Stickstoff zu binden, vorausgesetzt natürlich, dass ihm durch

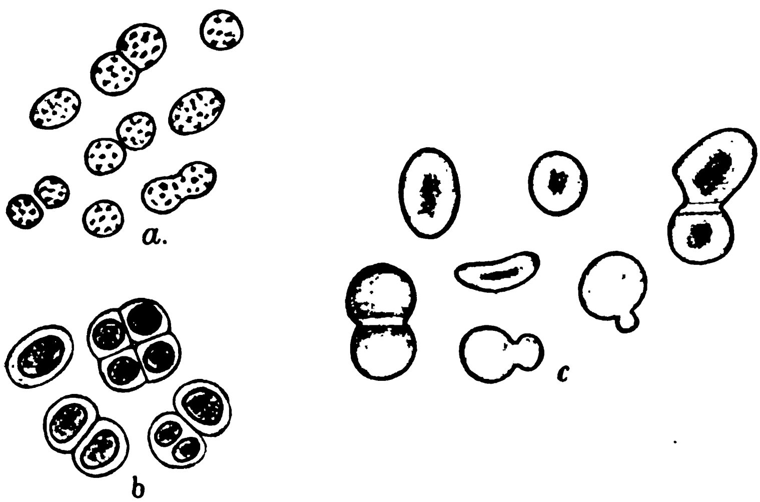


Fig. 4. *Azotobacter* Beyerinck. Vergr. 1 : 2400.
a nach dem Leben. *b* fixiert; Gallerthülle mit Hämalaun gefärbt.
c s. Text S. 345.

andere absterbende Planktonorganismen die nötige Nahrung und Energie zugeführt wird.

In morphologischer Hinsicht bemerken wir folgendes: Makroskopisch betrachtet bildet *Azotobacter* zuerst bekanntlich Kahmhäute; später pflegten die eingangs genannten, an der Glaswand haftenden Bakterienmassen zum grossen Teil aus ihm zu bestehen; dieselben färbten sich auch in unseren Kulturen, wie dies BEYERINCK als bezeichnend für die Art anführt, schliesslich rostbraun.

Einige mikroskopische Bilder bietet Fig. 4. Die ersten Stadien, in denen dieser Organismus schwärmt, beobachteten wir nicht; ein etwas älteres Stadium zeigt Fig. 4, *a*; man sieht die grossen kokkenähnlichen Zellen zum Teil in Teilung begriffen; sie sind in eine Gallerte eingebettet, mit grossen lichtbrechenden Körnern vollgestopft,

die sich auf Jodzusatz goldgelb färben; untermischt sind immer einzelne Zellen ohne körnige Einschlüsse, die auf Jodzusatz blass bleiben. Schon in diesem Stadium erinnert *Azotobacter* viel eher an eine Cyanophycee als an ein typisches Bakterium; man könnte versucht sein, ihn in die NÄGELI'sche Gattung *Aphanocapsa* als farblose Parallelform einzureihen. Noch mehr chroococcaceenähnlich wird *Azotobacter*, wie auch BEYERINCK betont, in alternden Kulturen. Die Zellen liegen dann mehr in Paketen, oft wie Sarcinen, zusammen. Gefärbte Präparate zeigen ausser der gemeinsamen Gallerte noch besondere Gallerthüllen um die einzelnen Zellen; Fig. 4, *b* ist entworfen nach Material aus einer solchen alten Kultur, welches in FLEMMING'scher Lösung fixiert und mit Hämalaun gefärbt war.

Diese Ähnlichkeit des *Azotobacter* mit Cyanophyceen dürfte im Zusammenhang mit der immer wieder auftauchenden Behauptung, dass auch Cyanophyceen freien Stickstoff binden können, Beachtung verdienen.

Abgesehen von dem typischen, eben geschilderten *Azotobacter* beobachteten wir nun, zumal auch wieder in Planktonkulturen, eine Anzahl anderer, offenbar nahe verwandter Formen, zum Teil nur durch geringere oder grössere Dimensionen unterschieden, zum Teil auch von anderer Form der Zellen; eine auch nur einigermassen vollständige Aufzählung derselben würde unmöglich sein, die Entwirrung derselben eine ebenso umfangreiche Aufgabe vorstellen, wie die der oben erwähnten Granulosebakterien. Wir beschränken uns somit darauf, nur auf eine Form noch hinzuweisen, die in Fig. 4, *c* abgebildet ist. Es handelt sich um sehr grosse, bald rundliche, bald mehr ovale, zum Teil auch recht unregelmässige Formen, die man häufig in Teilung (oder Sprossung?) begriffen sieht. Sie färben sich mit Jod gelb; nicht selten lassen sie im Innern Strukturen erkennen, die an den „Centralkörper" der Cyanophyceen erinnern.

Wir gehen kaum fehl in der Annahme, dass es sich hier handelt um die auch von WINOGRADSKY[1]) beobachteten „grossen, etwas clostridiumähnlichen, aber durch Jod nie blau werdenden Kokken oder Monadenformen", die der genannte Forscher in die Nähe von *Azotobacter* zu stellen geneigt ist.

Es sei zum Schluss darauf hingewiesen, dass wir in unseren Kulturen auch Fadenpilze und Hefen als gelegentliche Gäste, ferner farblose Flagellaten beobachteten; die letztgenannten traten in den Planktonkulturen relativ früh, reichlich und regelmässig auf.

Unsere Versuche, über deren bisherige Ergebnisse wir hier kurz berichtet haben, werden hauptsächlich nach zwei Richtungen hin noch fortgeführt: einmal soll versucht werden, die wichtigsten stick-

1) Bakt. C. 1902, Bd. 9, S. 112.

stoffbindenden Formen, die wir bisher bloss in Rohkulturen untersuchten, auch zu isolieren und in morphologischer wie physiologischer Hinsicht tunlichst genau kennen zu lernen. Ferner sollen auch aus anderen Meeren als der Ostsee Grund- und Wasserproben auf stickstoffbindende Organismen untersucht und so die geographische Verbreitung derselben studiert werden.

---

46. W. Schmidle: Bemerkungen zu einigen Süsswasseralgen.

Mit Tafel XVIII.

Eingegangen am 24. Juni 1903.

I. Zur Kenntnis der Chlamydomonaden.

Eine neuerdings von WILLE veröffentlichte Arbeit[1]) veranlasst mich zu folgenden Bemerkungen.

1. Über die Algengattung Haematococcus. (Fig. 1—5).

In einer längeren Einleitung weist WILLE l. c. nach, dass der Gattungsname *Sphaerella* Sommerfeldt zu streichen und dafür *Haematococcus* Fl. zu setzen sei. Er weist dann auf die Schwierigkeiten hin, *Haematococcus* von *Chlamydomonas* zu trennen und sieht als charakteristisches Gattungsmerkmal für *Haematococcus* die Pseudopodien an, welche den Zellleib mit der mehr oder weniger abstehenden Zellhülle verbinden.

Es gibt aber noch ein zweites Gattungsmerkmal, welches in dem gesamten Zellbau liegt, und welches bisher wohl nur deshalb nicht bekannt wurde, weil *Haematococcus* neuerdings nicht eingehender untersucht wurde.

Nach den meisten Autoren (auch WILLE l. c.) ist dieser Zellbau von dem der Gattung *Chlamydomonas* nicht wesentlich verschieden; besonders soll das Chromatophor becherförmig sein. BLOCHMANN[2]) freilich, welcher zuletzt die Gattung eingehend studierte, gibt an, dass es vollständig fehle.

Ich hatte nun Gelegenheit, sowohl *Haematococcus Bütschlii* Blochmann, als auch *H. pluvialis* Flotow letzten Sommer von verschiedenen

1) Algologische Notizen IX—XIV in Nyt Magazin for Naturvidenskab, Bd. 41, Heft 1, 1903.

2) BLOCHMANN, Über eine neue *Haematococcus*-Art. Verhandl. des naturh.-med. Vereins Heidelberg, Bd. III, 1886.

Lokalitäten der Umgebung Heidelbergs und Mannheims zu untersuchen und habe Folgendes gefunden.

In der Mitte der Zelle befindet sich stets der Kern. Er ist stets von einem roten Öle umgeben, so dass er nicht leicht nachweisbar ist. Die Ausdehnung des roten centralen Fleckes schwankt freilich sehr — oft nimmt er fast den ganzen Zellleib ein, bei gut ausgewachsenen vegetativen Exemplaren ist er nur klein (Fig. 2 und 4). Von diesem Fleck strahlt nach allen Seiten das Protoplasma in mehr oder weniger dicken Strängen gegen die Peripherie des Zellleibes, so dass dieser äusserst vakuolenreich ist. Die Vakuolen sind vom Zellsafte und nicht selten aber auch zum Teil mit kleinen tanzenden Körnchen erfüllt.

An der Peripherie erreichen die Protoplasmastränge das Chromatophor und gehen unmerklich in dasselbe über. Es umgibt die ganze Peripherie der Zelle, lässt nur den Schnabel frei und scheint oft in die Pseudopodien auszustrahlen. Unterhalb des Schnabels schien es mir dann und wann im optischen Querschnitt in einer feinen Linie unterbrochen zu sein. Es ist stets, namentlich bei völlig ausgewachsenen Individuen, äusserst netzig (Fig. 1 und 3), oft fast in einzelne anastomosierende Stränge aufgelöst, so dass die Peripherie des Zellleibes viele helle, vakuolenartige Flecke aufweist. In diesen befinden sich oft nach Färbung mit Hämatoxylin etc. grössere, stark gefärbte Körnchen (Fig. 3). Bei *Haematococcus Bütschlii* sind im Chromatophor zwei Pyrenoide, bei *H. pluvialis* eines bis viele; bei ersterem sind sie von konstanter Stellung, bei letzterem unregelmässig gelagert. Seiner Struktur nach ist das Chromatophor äusserst zart und fein, zerfliesst sehr leicht, so dass es nur schwer oder oft fast gar nicht vom Protoplasma zu trennen ist. Und daher kommt es, dass BLOCHMANN von grün gefärbtem Protoplasma spricht. Ich selbst schwankte oft, ob nicht diese Darstellung die richtige ist. Infolge dieser Struktur ist die Zelle sehr schwer zu fixieren (abgesehen davon, dass die abstehende Hülle leicht kollabiert), und noch schwerer ist es, gute Dauerpräparate herzustellen.

Viele Autoren geben an, dass unterhalb des Schnabels zwei kontraktile Vakuolen vorhanden sind; ich habe solche trotz wiederholten Suchens nicht sicher finden können. Ebenso wenig konnte ich ein Stigma nachweisen.

Die Länge des Protoplasmaschnabels, ebenso die Zahl und das Aussehen der Pseudopodien erweist sich als äusserst variabel. Junge oder schlecht genährte Individuen sind von den völlig ausgewachsenen so verschieden, dass ich zunächst glaubte, verschiedene Arten (namentlich, da der Standort ein verschiedener war) vor mir zu haben (Fig. 5). Bei ihnen liegt die Zellhülle fast völlig dem Körper an, Pseudopodien sind kaum angedeutet, doch in grosser Zahl vorhanden; das

Chromatophor bedeckt fast lückenlos die ganze Oberfläche. Pyrenoide sind meist nur in der Einzahl vorhanden, der rote Fleck ist mächtig entwickelt und nimmt fast den ganzen Innenraum ein. Die Grösse der Individuen (inkl. Hülle) beträgt bloss 17—20 μ, während bei reichlich vegetierenden Exemplaren bis zu 40 μ gemessen wird.

Aus dem geschilderten Zellbau ergibt sich, dass *Haematococcus* und *Chlamydomonas* völlig verschiedene Genera sind und sich innerhalb ihrer Familie nicht einmal nahe stehen. Als nahe stehend muss vielmehr zu meiner Überraschung die folgende Gattung angesehen werden.

2. Über Stephanosphaera pluvialis Cohn. (Fig. 16 und 17).

Auch von dieser Alge ist über den Zellbau nichts bekannt, so eingehend die morphologischen Verhältnisse und die Fortpflanzung von Cohn und Hieronymus studiert wurden. Ich erhielt die Alge lebend von Herrn Dr. Lauterborn, welcher sie auf dem Drachenfels in der bayerischen Pfalz mit vorhergehender Alge reichlich sammelte. Über ihren Zellbau kann ich mich kurz fassen, denn er stimmt sowohl in der Zartheit, als in der Struktur des Chromatophors etc. mit *Haematococcus* völlig überein, und speziell mit *Haematococcus Bütschlii*, mit welchem sie auch die zwei regelmässig, vorn und hinten gelagerten Pyrenoide gemeinsam hat. Auch Pseudopodien sind bekanntlich an den beiden Zellenden vorhanden. Da man nun bei ihm, wie Hieronymus angibt und ich selbst gesehen habe, dann und wann Exemplare antrifft, welche nur aus einer einzigen Zelle bestehen und die dann, genau wie *Haematococcus*, von einer weiten Zellhülle umgeben sind, so kann man nicht zweifeln, dass beide Gattungen so nahe verwandt sind, dass sie eine durch den geschilderten Zellbau, ihre abstehende Zellhülle und den Besitz von Pseudopodien von den übrigen Chlamydomonadineen gut abgetrennte Unterfamilie bilden, für die ich den Namen *Sphaerellaceae* vorschlage. Bei *Haematococcus* sind in der Hülle je eins, bei *Stephanosphaera* mehrere Individuen.

3. Über Chlamydomonas und Chlorogonium.

Kein Genus der Chlamydomonadineen hat ein so variables Chromatophor als *Chlamydomonas*, wie es bei Goroschankin, Dill, Dangeard und Wille etc. beschrieben ist. Seine ovalen Formen lassen sich jedoch auf zwei Grundtypen zurückführen, wodurch dann die artenreiche Gattung in zwei natürliche Sektionen zerlegt wird. Bei der ersten, *Euchlamydomonas*, ist es kelchförmig, so dass der Kelchboden das hintere Zellende bedeckt und die Kelchwände mehr oder weniger weit gegen die Geisselbasis vorreichen. Der dicke Kelchboden enthält stets ein Pyrenoid, meist

ist es das einzige, oft können noch andere in den Seitenwänden oder sonstwo vorhanden sein. Wenn z. B. die Kelchränder weit gegen das vordere Zellende reichen, so können sie sich hier an ein zweites in der Körperachse gelegenes Pyrenoid anlegen (*Chlamydomonas metastigma*, *Chl. Kleinii*). Es können auch noch mitten in der Zelle solche Anlagerungen eintreten (*Chl. stellata*). Die Wände des Kelches können ferner auf der Aussenseite durch in Längsreihen stehende Punkte geziert sein (*Chl. Steinii*), sie können selbst zerschlissen oder in Längsbänder zerlegt sein (*Chl. Kleinii*). Da der Zellkern stets in der Zellmitte liegt, so ergibt sich für die Sektion die systematisch wichtige und leicht konstatierbare Lage des Pyrenoides: das eine oder doch eines der Pyrenoide liegt **hinter** dem Zellkern.

Zu dieser Sektion rechne ich *Chlamydomonas monadina* Stein, *angulosa* Dill, *Pertyi* Gor., *Steinii* Gor., *stellata* Dill, *media* Klebs, *parietaria* Dill, *tingens* A. Braun, *Holdereri* Schmidle, *gloeocystiformis* Dill, *pisiformis* Dill, *pulvisculus* aut., *Ehrenbergii* Gor., *Morieri* Dang., *Reinhardii* Dang., *intermedia* Chod., *apiocystiformis* Art., *Debaryana* Gor., *operculata* Ehrb., *longistigma* Dill, *Kleinii* Schmidle (*grandis* Stein p. p.), *fenestrata* Chod., *metastigma* Stein, *pertusa* Gor., *halophila* Francé, *gigantea* Dill, *Cienkowskii* Schmidle[1]), *conica* Dang., *caudata* Wille, *marina* Cohn, *nivalis* Wille. Die genannten Weiterbildungen des Chromatophors geben weitere systematische Unterabteilungen dieser artenreichen Gruppe.

Bei der zweiten Sektion, *Chlorogoniella*, liegt das Chromatophor der Hauptmasse nach einer Seite der Zelle an. Es ist hier am dicksten, enthält das Pyrenoid und verdünnt sich nach allen Seiten, auch gegen die Basis hin, welche nicht selten chromatophorfrei ist und den Zellkern enthält. GOROSCHANKIN nennt das Chromatophor darum ringförmig, und es kann in der Tat oft diese Ausbildung haben (*Chl. Kuteinikowii*). Das Pyrenoid liegt hier stets **vor** dem fast basalen Zellkern. Bei *Chlamydomonas mucicola* konnte

---

1) = *Chlamydomonas Cienkowskii* Schmidle = *Chl. grandis* Stein, Infus. tab. XV, Fig. 49 (non al.), = *Chl. obtusa* A. Br. bei BÜTSCHLI, Mastigophoren, Taf. 43, Fig. 10, = *Chl. obtusa* Francé, Zur Systematik einiger Chlamydomonaceen in Füzetek, Bd. XV, 1892, S. 237, Taf. IV, Fig. 3, = *Chl. obtusa* Cienkowski 1865 in Bot. Zeit., Bd. 23, S. 21, Taf. I, Fig. 3.

Cellulae magnae, 26—40 μ longae, subcylindricae, utrimque rotundatae, membrana distincta et papilla membranacea coniformi magna instructae. Contr. vacuolae 2, cilia 2 corpore breviores (vel aequilongi?), stigma bacillare, antice situm, nucleus centralis. Chromatophora crateriformia, pyrenoidibus numerosis, irregulariter positis instructa. v. v.

Chl. Kleinii darf nicht, wie WILLE es tut, mit *Chl. grandis*, einer Sammelspezies, identifiziert werden.

ich diese Sektion genau studieren (Fig. 11—15[1]). Die Individuen dieser Sektion sind ausserdem durch eine sehr schlanke, lange Zellgestalt ausgezeichnet. Ich rechne hierher: *Chlamydomonas mucicola* Schmidle, *Chl. alboviridis* Stein, *Chl. Dillii* Dang., *Chl. Kuteinikowii* Gorosch., *Chl. ovata* Dang.

Diese Gestaltung des Chromatophors kehrt nun bei der Gattung *Chlorogonium* wieder. Die typische Art *Chlorogonium euchlorum* ist von Dangeard neuerdings untersucht worden, und wenn seine Beschreibung des Chromatophors auch etwas unklar ist, die Figuren lassen keinen Zweifel darüber. Hierher gehört auch die Gattung *Cercidium* Dangeard, wie schon Francé hervorgehoben hat; auch diese hat ein solches Chromatophor, wie l. c. Dangeard angibt und wie auch ich an einer im botanischen Garten in Heidelberg gefundenen Form beobachten konnte. Diese Form unterscheidet sich nur darin von den Exemplaren Dangeard's[2]), dass sie viel kleiner ist und höchstens 16—35 μ Länge hat, bei einer Breite von 4—6 μ. Sie teilt sich der Quere nach. Neuerdings hat auch Bohlin[3]) eine ähnliche kleine Form als *Chlorogonium tetragamum* Bohlin geschrieben, welche nur ein Pyrenoid hat.

Diese kleinen Formen von *Chlorogonium* sind nun interessant, weil sie in lückenloser Reihe die oben genannten *Chlamydomonas*-Arten der Sektion *Chlorogoniella* mit *Chlorogonium* verbinden. Und man kann die Frage aufwerfen, ob *Chlorogoniella* nicht mehr nach *Chlorogonium* als nach *Chlamydomonas* neigt. Ich glaube die Frage bejahen zu müssen; denn diese Formen haben mit *Chlorogonium* nicht nur die lange, oft lanzettliche Zellgestalt, sondern auch die Struktur des Zellinnern gemeinsam. Darnach setzt sich die Gattung *Chlorogonium* zusammen aus: *Chlorogonium euchlorum* Ehrbg., *Chl. elongatum* (Dang.) Francé (= *Cercidium elongatum* Dang.) mit var. *minor* nob., *Chl. tetragamum* Bohlin, *Chlorogonium mucicolum* nob. = *Chlamydomonas mucicola* Schmidle, *Chlorogonium alboviride* (Stein) nob. = *Chlamydomonas albo-*

1) Diese Untersuchungen verändern die gegebenene Diagnose (Beiträge zur Algenflora des Schwarzwaldes VI, S. 17, Hedwigia 1897), weshalb ich eine neue gebe.

Chlamydomonas mucicola Schmidle emend. tab. nostr., fig. 11—15. Cellulae minimae, 6—10 μ longae, 3—4 μ latae, longe ellipticae vel pyriformes, membrana tenuissima circumdatae et papilla membranacea destitutae. Contr. vac. 2, ciliae 2 perlongae, corpore multo longiores; stigma bacillare, antice situm. Nucleus plerumque ad basin situs. Chromatophora parietalia, zonata, vel subzonata, pyrenoide singulo laterali, mediano, ante nucleum sito instructa. Corpora albuminoidea adsunt. Zoosporae divisione transversali 2, raro 4 ortae. Gametae zoosporis congruentes. Zygotae rotundae, 14—16 μ (vel ad 20 μ?) magnae, virides, membrana duplici circumdatae et membrana interior volvis reticulatis obsessa.

Muco ovium ranarum incola. Status gloeocystiformis vix evolutus.

2) Dangeard, Le Botaniste 1889.

3) Bohlin, Zur Morphologie einzelliger Algen. Oefvers. Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. 1897, No. 9.

viridis Stein, *Chlorogonium Dillii* (Dang.) = *Chlamydomonas Dillii* Dang., *Chlorogonium Kuteinikowii* (Gorosch.) = *Chlamydomonas Kuteinikowii* Gor., *Chlorogonium ovatum* = *Chlamydomonas ovata* Dang.

4. Über Charteria. (Fig. 8—10).

WILLE beschreibt l. c. eine neue interessante *Charteria*-Art. Eine sehr nahe stehende, jedoch durch die Stellung des Stigmas leicht zu trennende Art ist mir seit Jahren aus den Alpen bekannt und schon 1896 in einer Gletschermühle bei Obergurgel beobachtet worden. Ich nenne sie deshalb *Charteria alpina.* (Fig. 8—10).

Die Zellen sind zylindrisch oder elliptisch-zylindrisch, am Hinterende abgerundet, am Scheitel breit abgestutzt, 10—12 μ lang, 5—8 μ breit (meistens 10 μ lang und 6 μ breit), mit dünner anliegender Membran, ohne Papille und mit 2 kontraktilen Vakuolen. Die Cilien sind körperlang oder länger, das Stigma ist scheibchenförmig und liegt in der vorderen Körperhälfte. Das Chromatophor ist kelchförmig, im Kelchboden liegt axial ein grosses rundes Pyrenoid, in der Zellmitte der Zellkern. Das Chromatophor ist durch seine auf seiner Aussenseite in Längsreihen stehenden Punkte gestreift, wie dieses auch bei einigen *Chlamydomonas*-Arten (*Chl. Steinii*) beobachtet wurde. Die Zoosporen entstehen durch Querteilung, die Gameten haben eine Membran, sind rund und ca. 4 μ im Durchmesser gross.

In der Gattung *Charteria* unterscheide ich darnach folgende Arten:

A. Pyrenoid vor dem Zellkern (*Corbiera* Dang.).
- 1. Zellen zylindrisch-elliptisch:
  - a) Mit Hautwärzchen *Ch. obtusata* Dill.
  - b) Ohne Hautwärzchen *Ch. vulgaris* (Dang.) Francé = *Corbiera vulgaris* Dang.

B. Pyrenoid hinter dem Zellkern (*Eucharteria* nob.)
- 1. Zellen klein; 8—16 μ gross:
  - a) Zellen rund oder oval *Ch. multifilis* Fres.
  - b) Zellen zylindrisch oder zylindrisch-elliptisch, vorn abgestutzt:
    - α) Stigma in der hinteren Körperhälfte, Längsteilung, *Ch. subcordiformis* Wille.
    - β) Stigma in der vorderen Körperhälfte, Chromatophor punktiert, Querteilung, *Ch. alpina* Schmidle.
- 2. Zellen 15—30 μ gross:
  - a) Zellen herzförmig, d. h. vorn eingeschnitten, *Ch. cordiformis* (Cart.) Bütschli[1]).

1) WILLE l. c. schreibt fälschlich DILL.

b) Zellen elliptisch, 24 μ gross, stark membraniert, mit Hautwärzchen, *Ch. Klebsii* (Dang.) Francé = *Pithiscus Klebsii* Dang.

c) Zellen elliptisch nach hinten verschmälert, 19—25 μ gross, *Ch. Franzei* Schmidle = *Ch. obtusa* Francé (non Dill) in Füzetek 1896, vol. XIX, p. 105, tab. III, fig. 16 und 17 (vix 18 und 19).

Species incerta: *Ch. minima* (Dang.) Francé[1]) 1896.

5. Über Chloromonas Gobi. (Fig. 6 und 7).

In einem Sumpfe bei Herxheim in der bayerischen Pfalz beobachtete ich seit zwei Jahren einen interessanten Organismus, welcher zu obiger Gattung gerechnet werden muss und welcher jedesmal im Frühjahre erscheint. Ich bezeichne ihn als *Chloromonas palatina* Schmidle (Fig. 6 und 7). Die Zellen sind zylindrisch und beiderseits abgerundet oder länglich-rund, 14—20 μ lang und 10—14 μ breit. Ein Hautwärzchen fehlt, ein feines Protoplasmawärzchen ist angedeutet. Ein Stigma fehlt, oder es ist in einem bis vier roten scheibenförmigen Punkten unregelmässig über den Körper zerstreut. Die Geisseln sind $1^1/_2$—2 mal länger als der Körper. An ihrer Basis ist ein kleiner hyaliner Raum mit zwei kontraktilen Vakuolen. Alles übrige ist von einem becherförmigen Chromatophor bedeckt, welches den centralen Kern umgibt. Auf der Aussenseite ist es durch unregelmässig verlaufende Furchen in eckige Stücke zerschnitten (Fig. 7). Es ist schwer zu sagen, ob diese Stücke auf der Innenseite noch zusammenhängen oder ob die Durchschneidung eine völlige ist. Ich nehme das erstere an. Im Chromatophor fehlen die Pyrenoide, doch ist in ihm ziemlich viel formlose Stärke. Nach Färbung mit Hämatoxylin erkennt man häufig innerhalb des Chromatophors an seiner Grenze gegen das Protoplasma sehr viele und ziemlich grosse, runde, stark gefärbte Körnchen (Fig. 6).

Bei der Teilung zerfällt die Alge durch Querteilung in 4—8 Zoosporen. Gameten wurden in sehr grosser Zahl in einer Zelle gesehen.

Da in dieser Gattung eine Reihe von Arten neuerdings beschrieben wurden, so ist es wohl angezeigt, die Stellung unserer Art durch folgenden Schlüssel zu kennzeichnen.

A. Chromatophoren nicht zerrissen oder gefurcht.

a) Zellen rund, Chromatophor becherförmig, *Ch. globulosa* (Perty) Wille.

---

1) Wille l. c. schreibt fälschlich Dill.

b) Zellen zylindrisch bis oval, Chromatophor bandförmig, verschieden gelagert, den vorderen oder hinteren Teil der Zelle frei lassend, *Ch. variabilis* (Dang.) Wille.

c) Zellen birnförmig bis oval, Chromatophor becherförmig, *Ch. Pinchinchae* (Lag.) Wille.

B. Chromatophoren zerrissen oder bloss gefurcht.

a) Vermehrung durch Längsteilung:

α) Mit starken Hautwärzchen, Chromatophor unregelmässig zerrissen und durchlöchert, Zellen oval-eiförmig, 14—36 μ lang, *Ch. reticulata* (Gor.) Wille.

β) Ohne Hautwärzchen, Zellen eiförmig 12 : 6 μ, Chromatophor aus vielen kleinen, runden Körnern bestehend, *Ch. alpina* Wille.

b) Vermehrung durch Querteilung:

α) Chromatophor aus vielen runden Körnern bestehend, mit schwachen Hautwärzchen, Zellen eiförmig 10—22 : 6—15 μ, Stigma stäbchenförmig in der Zellmitte, *Ch. Aalesundensis* Wille.

β) Chromatophor aus eckigen, dicht gelagerten Körnern bestehend, Zellen oval, 15—20 μ lang, mit starken Hautwärzchen, Stigma rund, hinten; Geisseln kleiner als der Körper, *Ch. Serbinowii* Wille.

γ) Chromatophor ähnlich wie oben, aber scheinbar bloss gefurcht, Zellen zylindrisch bis oval, ohne Hautwärzchen, 14—20 μ lang, 10—14 μ breit, Stigma fehlt oder in runden Punkten unregelmässig über den Körper zerstreut, Geisseln länger als der Körper, *Ch. palatina* nob.

II. Planctonema Lauterborni Schmidle

n. gen. et spec. (Fig. 20).

ASKENASY und FÖRSTER beschreiben[1]) eine *Binuclearia tatrana* Wittrock aus dem Neckarauer Wald bei Mannheim, ich selbst signalisierte diese Alge mehrmals aus der Umgebung Mannheims und Ludwigshafens[2]). Ich musste mich jedoch, da ich seitdem die echte *Binuclearia* wiederholt untersuchen konnte, überzeugen, dass diese beiden Bestimmungen falsch sind. *Binuclearia tatrana* kommt in der Rheinebene bei Mannheim nicht vor.

Neuerdings habe ich in dem von Dr. LAUTERBORN an den verschiedensten Orten der Umgebung Mannheims gesammelten Plankton-

1) Beiträge zur badischen Algenflora in Mitt. des bad. botan. Ver. 1892, S. 4.
2) Hedwigia, Bd. XXXIV, 1892, S. 69.

materiale die Alge wieder gesehen und glaube, dass sie einer neuen Gattung angehört, für die ich obigen Namen vorschlage. Die Diagnose ist folgende:

Planctonema. Aus kurzen, frei schwimmenden, chlorophyllgrünen Fäden bestehend. Fäden 2—3 μ breit, mit einer höchst feinen, hyalinen, scheidenartigen Zellhaut ohne Cellulosereaktion. Zellen 6—12 μ lang, meist zu zweit aneinander liegend, und jedes aneinander liegende Paar durch weite, scheinbar leere Abstände von einander getrennt, an den freien Enden abgerundet, selten einzeln liegend und beiderseits abgerundet. Der Zellinhalt besteht aus einem axialen Chromatophor, welches seitlich in der Mitte einen Ausschnitt hat, in welchem der sehr kleine Nukleus liegt; ohne Pyrenoid oder Stärke, an beiden Enden je einen runden, vakuolenartigen, hyalinen Raum frei lassend, welcher bei schwächerer Vergrösserung je ein endständiges, hyalines Körnchen vortäuscht (*Binuclearia*).

Die Vermehrung erfolgt durch Querteilung innerhalb der Zellhaut. Die Teilprodukte liegen zuerst beieinander, wodurch das oben beschriebene, charakteristische Aussehen zu stande kommt, später treten sie innerhalb der Hülle auseinander (wahrscheinlich durch Absonderung von Gallerte), so dass die Zellen dann vereinzelt und beiderseits abgerundet in den Fäden liegen.

Eine andere Vermehrungsweise wurde nicht beobachtet. Schwärmsporenbildung scheint zu fehlen.

Ich stelle die Gattung zu den Heteroconten, speziell in die Nähe von *Gloeotila* Borzí. Studi algolog. fasc. II, p. 359.

Einzige Art: *Planctonema Lauterborni.*

III. **Dictyosphaeriopsis palatina** n. gen. et spec. (Fig. 18 und 19).

Auch diese Alge beobachtete ich schon vor ca. 10 Jahren bei Neuhofen in der Nähe von Ludwigshafen, bayerische Pfalz.

Sie stellt mikroskopisch kleine, frei schwimmende Gallertklümpchen vor, die meist gelappt sind. Sie sind an der Oberfläche mit radial gestellten kleinen Zellen dicht besetzt. Die Zellen sind oval oder zylindrisch, 6 μ lang und 3 μ breit, ohne Stärke und Pyrenoide. Im Innern enthalten sie zwei parietale Chromatophoren und einen centralen Kern. An der Gallerte ist keine Struktur wahrzunehmen, nach Färbung mit Gentianaviolett ist jede Zelle jedoch mit einer reichen Gallerthülle umgeben, und all diese Hüllen setzen das Gallertklümpchen (welches im Innern hohl zu sein scheint) zusammen.

Die Zellen scheinen sich durch schiefe Zweiteilung zu vermehren.

Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren bedeutet *K* Kern, *V* Vacuolenartiger Raum, *C V* kontraktile Vacuole, P Pyrenoid, *R K* Rote (nach Haematoxylinfärbung) auftretende Körnchen, *St* Stigma, *R F* Roter Fleck.

Fig. 1—5. *Haematococcus pluvialis* Flotow.

Fig. 1. Oberflächenansicht mit vakuoligem Chromatophor und Pyrenoid; Exemplar vom Drachenfels.
„ 2. Optischer Querschnitt mit centralem Kern, rotem Fleck, parietalem Chromatophor und Plasmasträngen. Exemplar vom Drachenfels.
„ 3. Oberflächenansicht wie in 1. nach Haematoxylinfärbung. In den Vakuolen erscheinen rote Körnchen. Exemplar vom Drachenfels.
„ 4. Optischer Querschnitt von oben gesehen mit centralem Kern, rotem Fleck etc. Exemplar vom Drachenfels.
„ 5. Exemplar von Heidelberg, Oberflächenansicht wie in 1.

Fig. 6—7. *Chlamydomonas* (*Chloromonas*) *palatina* n. sp.

„ 6. Optischer Querschnitt nach Haematoxylinfärbung mit Kern und roten Körnchen.
„ 7. Oberflächenansicht.

Fig. 8—10. *Carteria alpina* n. sp.

„ 8. Oberflächenansicht mit punktiertem Chromatophor.
„ 9 und 10. Optischer Querschnitt mit Zellkern, Chromatophor und Pyrenoid.

Fig. 11—15. *Chlamydomonas mucicola* Schmidle.

„ 11. Zygote mit netzigen Wülsten bedeckt; optischer Querschnitt.
„ 12—14. Schwärmende Individuen.
„ 15. Individuen mit beginnender Querteilung. Zwei Zellkerne und Pyrenoid sind gebildet.

Fig. 16 und 17. *Stephanosphaera pluvialis* Cohn.

„ 16. Optischer Querschnitt mit centralem rotem Fleck, Zellkern, Plasmastränge und Chromatophor.
„ 17. Oberflächenansicht mit netzigem Chromatophor.

Fig. 18 und 19. *Dictyosphaeriopsis palatina* n. sp. et gen.

„ 18. Eine kleine Pflanze.
„ 19. Eine Zelle nach Haematoxylinfärbung mit weiter Gallerthülle, Zellkern und zwei Chromatophoren.

Fig. 20. *Planctonema Lauterborni* n. spec. et gen.

Endstück eines Fadens nach Haematoxylinbehandlung.

Der Faden scheint von einer leichten, feinen Gallerthülle umgeben zu sein, die nicht gezeichnet ist.

---

47. F. Bubák: Uredo Symphyti DC. und die zugehörige Teleutosporen- und Aecidienform.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 25. Juni 1903.

Schon im Jahre 1900 habe ich in Böhmen öfters und zahlreich *Symphytum tuberosum* gefunden, dessen unterste 2—3 Blätter von einem weissen oder grauweissen Überzuge bedeckt waren; die übrigen oberen Blätter trugen die bekannte Pilzform *Uredo Symphyti* DC.

Ich erkannte sofort, dass ich hier mit Teleutosporen der genannten Uredoform zu tun habe. Die mikroskopische Untersuchung bestätigte diese Vermutung vollkommen und liess ausserdem auch erkennen, dass der vorliegende Pilz zur Gattung *Melampsorella* gehört.

Ich verteilte ihn in SYDOW's Uredineen Nr. 1635 und RABENHORST-PAZSCHKE's Fungi europaei et extraeuropaei Nr. 4210 unter dem Namen *Melampsorella Symphyti* (DC.) Bubák.

Heuer fand ich denselben Pilz sehr zahlreich im Walde Pintovka bei Tábor (Böhmen) und unternahm mit demselben Infektionsversuche auf *Abies alba* und *Picea excelsa*.

Der Erfolg erschien in beiden Versuchsreihen nur auf *Abies alba* in Form eines Aecidiums, welches dem *Aecidium columnare* ähnlich, mit ihm aber nicht identisch ist.

Nähere Details über die angeführten Versuche, über die Übertragung der Aecidiosporen auf *Symphytum*-Arten und über die Pilze selbst werde ich später in einer ausführlicheren Abhandlung veröffentlichen.

Tábor (Böhmen), Botan. Institut der Kgl. landw. Akademie.

48. J. Grüss: Peroxydase, das Reversionsenzym der Oxydase.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 26. Juni 1903.

Die Einwirkung der Diastase auf Stärke und Polysaccharide lässt sich durch folgende Gleichung darstellen:

$$nC_6H_{10}O_5 + xH_2O + (D) = n'[(2C_6H_{12}O_6)(H_2O)_{m-v}] + n''C_6H_{10}O_5 + [x - 2n' - n'(m-v)]\,H_2O + (D).$$

Für die enzymatische Spaltung des Mannans würde $m - v = 0$ sein, und für die Einwirkung der Diastase auf Stärke würden bei Annahme der Brown-Heron'schen Gleichung die Indices folgende Werte haben: $n = 20$, $x = n' = 8$, $m - v = -1$; für lösliche Stärke und Diastase hätte man gemäss der Brown-Morris'schen Gleichung die Werte: $n = 200$, $m - v = 1$, $n' = x = 80$.

Dem entgegengesetzten Prozess, dem der Stärkebildung auf Kosten einer Hexose, kommt dann folgende Gleichung zu:

$$n C_6 H_{12} O_6 + (RE) - m H_2O = n C_6 H_{10} O_5 + (RE) + (n - m) H_2O.$$

RE bedeutet hier das in dem Leukoplasten wirkende, bisher noch nicht entdeckte Enzym, welches die Reversion ausführt. Dieselbe besteht also in diesem Falle in einer Anhydrierung oder Wasserabspaltung, während durch die Diastase eine Wasseraddition erfolgt.

In der Natur besteht ein in allen Phasen ausgesprochener Gegensatz so, wie er durch die Gleichungen zum Ausdruck kommt, nicht oder ist wenigstens noch nicht beobachtet worden, denn die Diastase baut die Stärke durch die Dextringruppe hindurch zur Maltose ab, ein Vorgang, welcher nur ausserhalb der Zelle bekannt ist. Lässt man dies nicht gelten, so verlieren doch die Zuckerarten bei der Wasserabspaltung ihren Charakter, denn es geht da nach meinen Untersuchungen z. B. Glukose für sich allein in Rohrzucker über, welcher aber bei der Spaltung Glukose und Fruktose liefert. Ebenso verhalten sich Fruktose und Mannose.

Der Übergang der einfachen Zuckerarten in Rohrzucker muss aber gemäss den chemischen Formeln mit einer Umlagerung der Atomgruppen der Hexosen verbunden sein, und aus diesem Grunde können die beiden Gleichungen ganz allgemein nur den Prozess der Wasserabspaltung und der Wasseraddition wiedergeben.

Überträgt man diese Anschauungen von der Inversion und Reversion auf die oxydierenden Enzyme, so würde der Inversion die Oxydation und der Reversion die Reduktion entsprechen. Demgemäss gelangen wir zu folgenden allgemeinen Gleichungen:

$$k + (Ox) + m O = k O_m + (Ox)$$
$$k' O_m + (R Ox) - n O = k' O_{m-n} + (R Ox).$$

Hierbei bedeutet k irgend einen Körper, welcher unter dem Einfluss der Oxydase durch freien Sauerstoff oxydiert wird, wohingegen $k' O_m$ eine sauerstoffhaltige Verbindung sein mag, welche unter der Einwirkung des revertierenden Enzyms Sauerstoff verliert. Dieser wird entweder frei, oder er wird durch andere Prozesse aufgebraucht.

Man kann sich das Zusammenwirken beider Enzyme in der Zelle beispielsweise folgendermassen vorstellen: In dem peripherischen Teil des Plasmas überträgt die Oxydase den freien Sauerstoff auf gewisse protoplasmatische Bestandteile, welche dann durch die Reversions-

oxydase im inneren Zellkörper eine Reduktion erfahren, wobei der Sauerstoff zur Auslösung anderweitiger Vorgänge dient. Lässt man nun ein Reagens auf Oxydase in die Zelle eintreten, so kann durch die Wirkung der Reversionsoxydase die Reaktion ausbleiben, wogegen beim Vorherrschen des ersteren Enzyms die Einwirkung sichtbar wird.

Auf diesem Standpunkt der Anschauungen befand ich mich, als es mir gelungen war, die Oxydase in der Hefezelle nachzuweisen. Die Ausführung der Reaktion ist von mir in der „Wochenschrift für Brauerei“ 1901, Nr. 24—26, beschrieben, und hier ist auch darauf hingewiesen worden, dass sich in der Hefezelle nach der Gärtätigkeit ein Körper vorfindet, welcher die Reaktion auf Oxydase verhindert; er ist von mir als Reduktionskörper bezeichnet worden. Von demselben gab ich folgendes an:

„Kurz nach der Gärtätigkeit sind die Hefezellen mit einem Reduktionskörper dermassen angefüllt, dass ihre oxydasische Wirkung einem Reagens gegenüber verhindert wird. Nachdem der Vakuolenzustand eingetreten ist, erfolgt die Änderung dieses pseudo-anoxydasischen Zustandes, indem die Zellen auf ein geeignetes Reagens einwirken. Der Reduktionskörper kann mit Glycerin extrahiert werden, wobei gleichzeitig die Vakuolen schwinden oder doch kleiner werden. Die in dem Plasma zurückbleibende Oxydase reagiert dann stets nur auf Tetrapapier, nicht aber auf Tetrasodapapier.

Danach entsteht der Reduktionskörper während der Gärung; derselbe ist es, welcher sowohl auf Tetrapapier als auch auf Tetrasodapapier die oxydasische Wirkung verhindert. Er lässt sich also mittels Glycerin leicht aus den Zellen herausnehmen, und seine antioxydasische Eigenschaft kann nicht durch Soda aufgehoben werden.“

Ferner wurde gezeigt, dass dieser antioxydasische Körper bei höherer Temperatur schwindet, wodurch dann die oxydasische Wirkung einem Reagens gegenüber stark hervortritt. Dieser Körper wurde deswegen „Reduktionskörper“ genannt, weil die Lösung desselben in Glycerin auf gewisse Stoffe reduzierend wirkte. Ich nahm an, dass er beim Lagern der Hefe schwindet und dass in diesem Falle dann die Oxydase zur sichtbaren Wirksamkeit zu gelangen vermag; andererseits nahm ich auch einen Zuwachs der Oxydasemenge an.

Nach allen Erscheinungen, wie sie an der Hefezelle zu beobachten sind, liegt hier ein antioxydasischer Körper vor; doch habe ich trotz seines Verhaltens der Wärme gegenüber davon Abstand genommen, denselben als Antioxydase zu bezeichnen, weil kein ausreichender Grund vorlag, ihn zu den Enzymen zu rechnen.

Bei weiterem Studium ergaben sich nun neue Einzelheiten, welche die Enzymnatur des „Reduktionskörpers“ allerdings nicht

sicherstellten, wohl aber wahrscheinlich machten. Ich halte denselben für eine Peroxydase.

Die peroxydasischen Erscheinungen der Hefe.

Die Peroxydase teilt mit anderen Körpern besonders die Eigenschaft, Guajak in Gegenwart von Wasserstoffsuperoxyd zu bläuen, und an zahlreichen pflanzlichen und tierischen Geweben lässt sich diese Erscheinung hervorrufen. Die Ursache derselben wird nach der Annahme einiger Forscher von einer anderen getrennt, welche die Abspaltung von Sauerstoff aus Wasserstoffsuperoxyd hervorruft. So beobachtete O. LOEW, dass der Saft der frischen Tabaksblätter nach der Filtration starke Oxydasen- und Peroxydasenreaktion ergab, aber nur Spuren von Sauerstoff auf Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd. Wurde dieses zu dem unfiltrierten Saft gesetzt, welcher Proteïnstoffe, Chlorophyllkörner, Stärkekörner etc. in Suspension erhielt, so erfolgte eine energische Entwickelung von Sauerstoff. Als Ursache dieser Erscheinung betrachtet LOEW ein Enzym, welches er mit dem Namen „Katalase“ bezeichnet.

Von SPITZER wird die oxydierende Kraft den Nukleoalbuminen zugeschrieben, und er mass (1897) das Oxydationsvermögen verschiedener Organe nach der Menge von Sauerstoff, welcher aus Wasserstoffsuperoxyd abgespalten wurde; dem Enzym kommt nach der Darstellung dieses Forschers die Eigenschaft der Glykolyse zu. Dies behauptet auch SEEGEN von einer ähnlichen Substanz.

Im pflanzlichen Gewebe hat nach LOEW die Katalase die Aufgabe, die Ansammlung von Wasserstoffsuperoxyd zu verhindern, dessen Vorkommen im Pflanzenkörper aber von anderen Seiten angezweifelt wird.

Meine Ansicht über diesen Gegenstand formuliere ich dahin: Die Peroxydase ist das Reversionsenzym der Oxydase, sie steht zu dieser in demselben Verhältnis wie das von C. HILL entdeckte kondensierende Enzym zum Invertin; ihre Funktion entspricht der Gleichung:

$$kO_m + (POx) - nO = kO_{m-n} + (POx).$$

Die Peroxydase reduziert daher Wasserstoffsuperoxyd, sie spaltet ferner Sauerstoff noch von anderen Verbindungen ab, z. B. von Kaliumpermanganat, von den Oxydationsprodukten des Di- und Tetramethylparaphenylendiaminchlorids etc. Guajak wird nur in Gegenwart von Wasserstoffsuperoxyd gebläut, weil der freiwerdende Sauerstoff auf jenes einwirkt. Man könnte nun einwenden, dass z. B. die Hefezelle, wie ich noch zeigen werde, stark Sauerstoff aus Wasserstoffsuperoxyd abspaltet, aber nicht Guajak in Gegenwart dieses Körpers zu bläuen vermag. Die Farbstoffreaktion der Hefenperoxydase lässt sich aber

aus Wasserstoffsuperoxyd hervorrufen, wenn man statt Guajak das Ursol d hinzusetzt.

Hefenoxydase und Hefenperoxydase reagieren beide nicht auf Guajak im Gegensatz zu den beiden entsprechenden Enzymen, welche sich im Gewebe der Kartoffelknolle finden, und durch welche Guajak gebläut wird. Hierzu sei noch bemerkt, dass ich durch Guajak blau gefärbte Hefezellen erhalten habe, nachdem diese auf Lintner'scher Diastase gezüchtet worden waren.

Die Farbenreaktion mit Wasserstoffsuperoxyd und Ursol d an der Hefezelle führte mich zu der Schlussfolgerung, dass mein „Reduktionskörper" genannter Stoff, dessen antioxydasische Eigenschaft ich in meiner Schrift ausführlicher beschrieben habe, eine Peroxydase sein muss.

Die Sauerstoffabspaltung aus Wasserstoffsuperoxyd durch die Hefe.

Eine frische obergärige Hefe, welche der sogenannten Kräuse entnommen worden war, wurde mit Wasser ausgewaschen und zwischen Fliesspapier abgepresst. Sie ergab keinerlei oxydasische Reaktion, als dieselbe auf Fliesspapier gebracht wurde, welches mit einer Lösung von Tetramethylparaphenylendiaminchlorid getränkt worden war — weder in neutraler Lösung, noch bei Gegenwart von Soda[1]).

Die Hefe enthielt jedoch eine geringe Menge von Oxydase, welche aber erst nach Extraktion der Zellen mittels Glycerin nachgewiesen werden konnte. Letzteres ergab die erwähnte Ursol d + H_2O_2-Reaktion, die auch noch in den Zellen eintrat.

Die Sauerstoffabspaltung der frischen Hefe aus Wasserstoffsuperoxyd wurde folgendermassen gemessen:

In einen Destillierkolben wurden 1,322 *g* der intakten Hefe gegeben und durch ein verschliessbares Trichterrohr 25 *ccm* H_2O_2 hinzugesetzt. Der offene Schenkel trug eine graduierte Röhre, welche bis zur Marke 0 in Wasser stand. Nach Abschluss des Trichterrohres wurde in dem Masse, als sich Sauerstoff entwickelte, der Wasserspiegel gesenkt, so dass der Luftdruck sich gleich blieb.

Die Abspaltungsgeschwindigkeit wurde in der Weise bestimmt, dass zunächst gleich bei Beginn das Volum des entwickelten Sauerstoffs nach 1 Min. 20 Sek. gemessen wurde, worauf die Entwicklung 15 Min. sich selbst überlassen blieb. Danach erfolgte ein neuer Zusatz von H_2O_2, und das Volum wurde abermals nach 1 Min. 20 Sek. gemessen. Nach dieser Methode, also nach stets erneutem Zusatz von 25 *ccm* H_2O_2 in den Zeitintervallen von 15 Minuten wurden folgende Werte erhalten:

1) Über die Ausführung der Reaktion siehe Wochenschrift für Brauerei 1901, Nr. 24.

1.	Nach	1	Min.	20	Sek.	=	50	*ccm* O
2.	„	1	„	20	„	=	25,5	„ „
3.	„	1	„	20	„	=	9,5	„ „
4.	„	1	„	20	„	=	5	„ „

Die Bestimmung geschah unter den Bedingungen: t = 20°, Bar. = 748 *mm*, Trockengewicht der Hefe = 74,6 pCt.

Von derselben Hefe wurden 1,5701 *g* abgewogen und 5 Tage unter einer oben offenen grossen Glasglocke gehalten, worauf die Geschwindigkeit der Sauerstoffabspaltung in derselben Weise wie vorher untersucht wurde; es ergaben sich folgende Werte:

1.	Nach	1	Min.	20	Sek.	=	34,5	*ccm* O
2.	„	1	„	20	„	=	28	„ „
3.	„	1	„	20	„	=	19,4	„ „
4.	„	1	„	20	„	=	13,7	„ „

Nach Verlauf von einer Stunde kam die Geschwindigkeit auf 9,2 *ccm*. Die Bedingungen waren: t = 19°, Bar. = 743 *mm*. Die Hefe zeigte nach der Lagerung die Oxydasereaktion.

Die für den ersteren Versuch gebrauchte Hefe wurde fortgesetzt mit H_2O_2 behandelt, bis sich nach längerer Zeit kein Sauerstoff mehr entwickelte, worauf sie abfiltriert und ausgewaschen wurde, bis das Filtrat angesäuerte Kaliumpermanganatlösung nicht mehr entfärbte. Die Hefe gab nun auf Tetrapapier ohne Soda eine schwache Oxydasereaktion.

Ein gleiches, doch stärker hervortretendes Verhalten machte sich auch an der Hefe bemerkbar, welche für den zweiten Versuch der Sauerstoffabspaltung als Versuchsobjekt verwendet worden war. Die Hefezellen, welche schliesslich keinen Sauerstoff mehr entwickelten, färbten sich, nachdem sie ausgewaschen worden waren, auf Tetrapapier violett und auf Fliesspapier, das mit Ursol-d-Lösung getränkt war, schwach bräunlich.

In Ursol d- und Wasserstoffsuperoxyd-Lösung veränderten sich die erschöpften Hefen nur sehr langsam, sie dunkelten allmählich, und die Flüssigkeit wurde braunviolett. Bei der frischen Hefe trat dagegen sofort eine intensive schieferviolette Färbung ein, die bald schwarz wurde.

Durch fortgesetzte Katalyse kann man also die Peroxydase zerstören, ohne die Oxydase zu vernichten. Vielleicht jedoch bleibt in den Zellen ein unlöslicher Anteil zurück (Nukleoalbumin?), welcher die erwähnte allmähliche Verfärbung voranlasst.

Zerstörung der Oxydase in der Zelle.

Extrahiert man Hefe, die einige Zeit gelagert hat, also starke Oxydasereaktion zeigt, fortgesetzt mit Aceton, so wird das sauerstoffübertragende Enzym völlig zerstört; dagegen bleibt die peroxyda-

sische Wirkung erhalten, denn die vom Aceton befreite Hefe ergab folgende Reaktionen: H_2O_2 wurde energisch gespalten, Ursol d mit H_2O_2 färbte sich sogleich tiefschwarz, und die Sauerstoffverbindung von Tetramethylparaphenylendiaminchlorid wurde entfärbt.

Trennung der beiden Enzyme durch Diffusion.

Eine obergärige gelagerte Hefe, welche sehr energisch auf Tetra- und Tetrasodapapier reagierte, wurde mit etwas Glycerin zusammengerieben und blieb 24 Stunden stehen. In den Brei wurde dann ein Papierfiltrierstreifen gehängt, in welchem die Flüssigkeit aufstieg. Als die Steighöhe ca. 20 *cm* betrug, wurden aus der Mittelzone drei 1 *qcm* grosse Stücke ausgeschnitten, welche auf Oxydase und Peroxydase untersucht wurden. Danach enthielt die Flüssigkeit in diesem Niveau keine Spur von Oxydase, denn das Versuchsobjekt reagierte weder auf Tetra-, noch auf Tetrasodapapier. Andererseits aber färbte sich das Papierstückchen mit Ursol d und Wasserstoffsuperoxyd sogleich schieferblau, und es spaltete auch allein in Wasserstoffsuperoxyd energisch Sauerstoff ab. Bei Zusatz von Soda ging die schieferblaue Färbung in eine ziegelrote über. Die Hefezellen in Glycerin waren dagegen noch reich an Oxydase, wie dies die Reaktion anzeigte.

Nach den mikroskopischen Bildern zu urteilen hat die Oxydase hauptsächlich in der Vakuolenflüssigkeit ihren Sitz. Gemäss der Ursol d + H_2O_2-Reaktion dagegen hoben sich in dem schwach gefärbten Plasma und auch in der Vakuolenflüssigkeit Körnchen ab, die sich durch eine intensive Tingierung auszeichneten. Bei der katalytisch erschöpften Hefe waren dieselben unter den gleichen Bedingungen sehr viel schwächer gefärbt: sie sind also wohl der Entstehungsort resp. der hauptsächlichste Sitz der Peroxydase.

Es ist mehr als wahrscheinlich, dass mein als „Reduktionskörper“ bezeichneter Stoff eine Peroxydase ist. Wie ein Vergleich der beiden Tabellen lehrt und wie durch den Diffusionsversuch bestätigt wird, verschwindet dieselbe beim Lagern der Hefe an der Luft nicht; man könnte aber zugeben, dass die Ursache, welche die stürmisch verlaufende Anfangsgeschwindigkeit der Sauerstoffabspaltung bei der Kräusenhefe hervorruft, auch diejenige ist, welche die Oxydasereaktion maskiert, und letztere kann in dem Verhältnis hervorgerufen werden, in welchem beim Lagern die Menge dieser Peroxydase schwindet.

Unter Vorbehalt noch weiterer Angaben nehme ich jedoch an, dass die Oxydasemenge bei der Gärung vermindert wird, wodurch die Wirkung der Peroxydase vorherrschend wird; mit dem Auftreten der Vakuolen wird jene wieder neu gebildet, weil beim Lagern an der Luft hauptsächlich der freie Sauerstoff das wirkende Agens ist.

Dagegen muss in der Gärflüssigkeit eine stark wirkende Peroxydase von grösserer Wirkung da sein, weil der freie Sauerstoff weniger in Betracht kommt und derselbe aus dem Gärmaterial entweder direkt oder nach Umformung desselben abgespalten wird.

Über diesen Gegenstand werde ich in der ausführlichen Darstellung mehr berichten.

Nur noch einen Versuch will ich hier erwähnen, dessen Ausgang ich vorher erwartet hatte. In drei Zylindern, welche mit einer Lösung des oxydierten Tetramethylparaphenylendiaminchlorids angefüllt waren, wurden drei Hefen gegeben, welche zwischen Fliesspapier abgepresst worden waren, und zwar a) eine der Gärflüssigkeit entnommene, b) eine an der Luft gelagerte und c) eine in Wasserstoffsuperoxyd katalytisch erschöpfte.

Über den beiden ersteren a) und b) bildete sich bald eine Entfärbungszone aus, welche langsam nach oben vorrückte. Hier findet durch die Peroxydase eine Reduktion statt; denn nimmt man mittels einer Pipette die entfärbte Lösung vorsichtig heraus und setzt sie der Luft aus, so färbt sie sich durch Oxydation wieder violett. Über der katalytisch erschöpften Hefe hatte sich keine Entfärbungszone ausgebildet.

In ähnlicher Weise wird in der Gärflüssigkeit die Peroxydase wirken und für die Vorgänge im Plasma den Sauerstoff durch Abspaltung beschaffen.

Die Betrachtungsweise, wie ich sie an der Hefezelle entwickelt habe, dürfte sich auch für die von den oxydierenden Enzymen abhängenden physiologischen Zustände eines mehrzelligen Pflanzenkörpers verwenden lassen, und zwar scheinen die Parasiten ein gutes Beobachtungsmaterial zu liefern. Macht man z. B. einen Querschnitt durch einen von der Mistel infizierten Kiefernast und befeuchtet die Schnittfläche mit einer verdünnten Lösung von Tetramethylparaphenylendiaminchlorid — man kann auch das Sulfat verwenden, welches haltbarer ist — so färbt sich das Tracheïdengewebe langsam und schwach, mehr dagegen und sehr intensiv das Rindengewebe. Die violette Farbe schlägt hier wegen der anwesenden Gerbstoffe in blau um.

Die den Tracheïden anliegenden Parenchymzellen der Mistel bleiben gelbgrün, färben sich aber durch Guajak + H_2O_2 stark blau. Dennoch ist in dem Gewebe der Mistel eine Aminoxydase vorhanden, deren Anwesenheit in den Schnitten durch folgende Behandlung sehr schön zu Tage trat. Dieselben blieben mehrere Stunden in Aceton und dann in einer Mischung von Äther-Aceton liegen, der etwas Glycerin zugesetzt war. Die extrahierten Schnitte wurden mit der Reagenslösung auf Fliesspapier befeuchtet, auf welchem sie bei 50facher Vergrösserung beobachtet wurden. Nachdem ein

genügender Farbenunterschied eingetreten war, wurden sie für eine stärkere Vergrösserung in Glycerin gelegt. Eine frappierende Erscheinung bot sich: Die mit verdickter Wandung versehenen Sklerenchymzellen waren stets und vorherrschend tief violett gefärbt; auch in den verfolgten Strängen, welche das Grundgewebe durchziehen und sich den Kiefertracheïden anschliessen, machte sich eine schwächere Tingierung geltend, und schliesslich auch in den cambialen Elementen, wo die Färbung wegen der anwesenden Gerbstoffe rein blau auftritt.

In den Sklerenchymzellen färbt sich Inhalt und Wandung.

Auf eine Erörterung dieser Verhältnisse will ich hier nicht eingehen, sondern nur hervorheben, dass Aceton in diesem Falle durchaus nicht die Oxydasereaktion unterdrückt hat, wie man dies leicht für die Hefezelle konstatieren kann. Die Wahrscheinlichkeit ist gross, dass in den beiden Objekten zwei verschiedene oxydasische Körper vorhanden sind; mindestens aber darf man sie nicht ohne weiteres identifizieren.

Wie der Leser wohl herausfinden wird, entwickelt F. CZAPEK in seiner Schrift „Die Antifermente im Pflanzenorganismus" (s. diese Ber., Heft 4) eine andere Vorstellung von den oxydierenden Enzymen. Auf eine Polemik, die mir überflüssig erscheint, lasse ich mich nicht ein, es mag jeder seinen Standpunkt für den richtigen halten. Nur eine ganz allgemein gehaltene Einwendung möchte ich machen: man kann wohl verlangen, dass ein kleiner beschränkter Kreis sich die Anschauungen zu eigen macht, welche in einem grösseren zur Zeit festgelegt sind. Jeder Chemiker, Zymotechniker und Brauer versteht unter „Ferment" einen Mikroorganismus, welcher eine bestimmte Gärung zu erregen vermag, unter „Enzym" dagegen einen unorganisierten Stoff. Sollen die Arbeiten der Botaniker jenen Kreisen zugänglich werden, was doch eigentlich jeder wünschen muss, so müssen auch die Fachausdrücke so gewählt werden, dass hier keine Verwirrung entsteht. Es wäre daher wünschenswert, dass CZAPEK die „Antifermente" als „Antienzyme" bezeichnet.

Sitzung vom 31. Juli 1903.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliches Mitglied ist vorgeschlagen Herr:

Nilsson, Professor in **Svalöf** (durch Grafen ARNIM-SCHLAGENTHIN und CARL MÜLLER).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Graf von Arnim-Schlagenthin auf **Nassenheide i. P.**,
Ball, Dr. **O. Melville**, in **Batesville** (Virginia),
Fritsch, Dr. **E. F.**, in **London**,
Nabokich, Alexander, aus **Nowo-Alexandria**.

Der Vorsitzende teilt der Gesellschaft mit, dass Herr

Hofrat Professor **Hausskneeht**

in Weimar, welcher unserer Gesellschaft als ordentliches Mitglied seit ihrer Gründung angehört und ihr als Mitglied der Florenkommission viele Jahre hindurch seine Dienste gewidmet hat, am 7. Juli entschlafen ist. Zum ehrenden Gedächtnis an den Heimgegangenen erhoben sich die in der Sitzung Anwesenden von den Sitzen.

Mitteilungen.

49. W. Voss: Über Schnallen und Fusionen bei den Uredineen.

Mit Tafel XIX.

Eingegangen am 4. Juli 1903.

In einer Arbeit über „Plasmaverbindungen und Fusionen der Pilze der Florideenreihe“, Bot. Ztg. 1902, S. 139—148, hat ARTHUR MEYER auf den Mangel genauer Beobachtungen über das Vorkommen und die Art von Fusionen bei den Uredineen hingewiesen. Während man in der Literatur auf viele sichere Angaben über das Auftreten von Fusionen bei den Ascomyceten und den übrigen Basidiomyceten stösst, ist mir nur eine Angabe bekannt geworden, die sich auf das Vorkommen von Fusionen bei den Uredineen bezieht. BÜSGEN (Über einige Eigenschaften der Keimlinge parasitischer Pilze, Bot. Ztg. 1893) hatte an einigen Stellen den Eindruck, als ob benachbarte Hyphenzweige miteinander verschmelzen können. Da jedoch aus manchen Gründen eine Sicherstellung der Fusionsverhältnisse der Uredineen wünschenswert ist, habe ich auf Veranlassung des Herrn Professor ARTHUR MEYER das Mycel dieser Pilze hierauf näher untersucht.

Das Material für meine Untersuchungen wurde mir zum grössten Teil in Form von Teleutosporen von Herrn Dr. KLEBAHN, Hamburg, gütigst zur Verfügung gestellt, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche. Mir stand deshalb die Aecidienform der *Puccinia* von *Carex hirta*, *Puccinia* von *Carex acuta*, *Puccinia* von *Phragmites*, *Melampsora* von *Salix viminalis*, *Melampsora* von *Salix pentandra* und ausserdem der *Puccinia graminis* zur Verfügung. Ausserdem wurde das Uredomycel von *Puccinia graminis*, der *Puccinia* von *Carex acuta*, der *Puccinia* von *Carex hirta* und des *Phragmidium violaceum* untersucht.

Um die oben gestellte Frage entscheiden zu können, musste eine Präparationsmethode angewandt werden, welche die zwischen den Zellen der Wirtspflanze liegenden Hyphen des Schmarotzers hinreichend sichtbar macht, ohne die Durchsichtigkeit des Präparates so weit aufzuheben, dass eine genügende Übersicht über das Hyphengeflecht des Pilzes unmöglich würde. Färbemittel, vor allem Jod, waren deshalb für meine Zwecke nicht anwendbar. Am besten bewährte sich eine Methode, die deshalb auch ausschliesslich angewandt

wurde, nach der die Schnitte durch das infizierte Blatt in 1proz. Osmiumsäure gehärtet und in Chloralhydrat beobachtet wurden. In Chloralhydrat nahm das Plasma der bis 10 Minuten mit Osmiumsäure behandelten Schnitte eine leichte Schwärzung an, die Hyphen des Pilzes erschienen jedoch etwas dunkler als die Zellen des Blattgewebes. Bei zu langer Behandlung mit Osmiumsäure trat in den Hyphen leicht eine zu starke Schwärzung ein, so dass die Querwände derselben nicht mehr sichtbar waren. In manchen Fällen waren Quetschpräparate der nach der beschriebenen Methode behandelten Schnitte von Nutzen.

Sowohl an dem Aecidienmycel, als auch an dem Uredo-Teleutomycel der von mir untersuchten Arten wurden Fusionen gefunden. Auf dem ersten Blick schienen dieselben in grosser Menge vorzukommen, doch liessen sie sich nur in wenigen Fällen, jedoch bei allen untersuchten Arten und sowohl am Uredo-, als am Aecidienmycel, mit Sicherheit nachweisen. Das intercellulare Wachstum der Schmarotzer täuscht oft dadurch, dass Hyphenzweige, die sich kurz hinter der Verzweigungsstelle wieder verzweigen, durch den Verlauf der Intercellularen gezwungen worden waren, nach der Gabelung parallel zum Mutterzweig zu wachsen, eine Fusion vor, die dadurch entstanden wäre, dass eine von zwei parallel nebeneinander hinwachsenden Hyphen zu der andern einen Seitenzweig getrieben hat und durch diesen mit ihr in Fusion getreten ist. Besonders sorgfältiger Prüfung bedurfte ein Bild, wenn dies Verbindungsstück zwischen zwei Hyphen offen war, jedoch konnten in einigen glücklichen Fällen einige solcher Bilder mit hinreichender Sicherheit als Fusionen angesprochen werden (Fig. 1). War das Verbindungsstück in der Nähe der einen Hyphe durch eine Membran geschlossen, so konnte mit grösserer Sicherheit die Stelle als Fusion angesprochen werden, da die Verzweigung der Pilzhyphen in der Regel unter einer Querwand der Mutterhyphe entsteht und in unmittelbarer Nähe derselben selten in dem Hyphenzweig eine Querwand auftritt. Da jedoch sichere Ausnahmen von dieser Regel von mir auch bei den Uredineen gefunden wurden, so konnte das Auftreten dieser Querwand nicht als Charakteristikum für eine Fusion gelten. Ich hatte auch hier nur in einzelnen Fällen die Berechtigung, von einer Fusion zu reden. In den Figuren 2 und 3 gebe ich ein Paar Abbildungen, von denen ich glaube, sie als Fusionen ansprechen zu dürfen. Absolut beweiskräftig sind dieselben natürlich nicht, jedoch wäre eine von den Hyphen gebildete geschlossene Masche der absolute Beweis für das Vorkommen von Fusionen bei den Uredineen. Solche wurden von mir gefunden, und ihr Vorhandensein spricht mit für die von mir gegebene Interpretation der in Fig. 1—3 abgebildeten Fälle. Es bedurfte stets sorgfältiger Prüfung, um in dem Gewirr von Hyphen

in der Intercellulare eine Masche von zufällig übereinander liegenden Hyphen zu unterscheiden. Natürlich konnte ich nur Maschen von geringem Umfang überblicken. In den meisten beobachteten Fällen hatte ein Hyphenzweig, der häufig wieder Seitenzweige getrieben hatte, kurz hinter der nächsten Querwand mit der Nachbarzelle des Hauptfadens fusioniert. Es zeigte sich, dass die Fusionen ihrer Entstehung nach bei den Uredineen denen der Ascomyceten und der übrigen Basidiomyceten gleichwertig sind. Es entsteht hierbei auch zuerst eine breite Plasmabrücke an der Fusionsstelle (Fig. 4, vielleicht auch Fig. 5 zeigen die Fusion in diesem Stadium), die sich später durch eine Membran in der Nähe der Fusionsstelle wieder schliesst. Oft war die durch die Fusion entstandene Masche so eng, dass dieselbe als ein Übergang zu den Schnallen gelten konnte (Fig. 6).

Interessant und von einiger Wichtigkeit ist die Beobachtung von typischen Schnallen bei allen von mir untersuchten Uredineenspezies. Die die Fusion von zwei benachbarten Zellen eines Mycelfadens vermittelnde Hyphe entspringt in unmittelbarer Nähe der die Zellen trennenden Querwand, um so nahe hinter derselben mit der andern Zelle zu fusionieren, dass bei den von mir angewandten Vergrösserungen eine Maschenbildung nicht zu beobachten war. Doch zeigte stets die Querwand der Haupthyphe bei offenen Schnallen an ihrem freien Ende eine deutliche Anschwellung (Fig. 10—15).

Wie die Bildung der Fusionen konnte diejenige der Schnallen natürlich nicht direkt beobachtet werden, jedoch ermöglichten es die Beobachtungsbefunde, festzustellen, dass dieselbe völlig gleich derjenigen bei den übrigen schnallenbildenden Pilzen geschieht. Es wird zwischen den fusionierenden Zellen erst eine breite Plasmabrücke angelegt (Fig. 10—12), die dann durch das Auftreten eines Membranringwalles in der Nähe der Fusionsstelle, immer mehr eingeengt wird (Fig. 15), bis schliesslich eine neue Querwand die Fusionsbrücke wieder verschliesst (Fig. 13—15).

Untersuchungen von WAHRLICH (Zur Anatomie der Zelle bei Pilzen und Fadenalgen, St. Petersburg 1892) und ARTHUR MEYER (Das Vorkommen von Plasmaverbindungen bei Pilzen, Ber. der Deutschen Botan. Gesellsch. 1896) haben den Beweis erbracht, dass das Cytoplasma der Zellen einer Pilzhyphe durch meist je eine verhältnismässig dicke Plasmaverbindung in Zusammenhang steht, und dass auch die an Fusionsstellen neu entstehenden Querwände von einer solchen durchsetzt sind. Dass die Uredineen nicht von dieser Regel abweichen, konnte nach den obigen Untersuchungsergebnissen erwartet werden, und in der Tat konnte ich an günstig liegenden Querwänden nach einer Färbung mit Jod-Jodkalium und darauf folgendem Quellen in Chlorzinkjod (Methode nach ARTHUR MEYER) je eine Plasmaverbindung nachweisen. Fusionen konnte ich in nach

der angegebenen Methode behandelten Schnitten infolge der grossen Undurchsichtigkeit des Bildes nicht auffinden, jedoch hatte ich das Glück, nach langem Suchen auf eine frei liegende Schnalle zu stossen, bei der deutlich je eine Plasmaverbindung in der ursprünglichen Querwand und in der die Schnalle schliessenden Wand zu beobachten war (Fig. 16).

Um die Morphologie des vorparasitischen Mycels der Uredineen zu studieren, machte ich eine Reihe von Kulturversuchen mit Uredosporen von *Phragmidium violaceum*, jedoch nicht mit grossem Erfolg, da die Keimlinge bald von üppig sprossenden Hefen überwuchert wurden, deren Keime augenscheinlich den einzelnen Uredosporen anhafteten, da sie auch nach Verdünnungen auftraten. Es wurden zunächst in verschiedene Nährlösungen Aussaaten gemacht. In einer Nährlösung von 1 pCt. Asparagin, 100 pCt. mineralischer Nährlösung und von 0,5 pCt. Dextrose, 0,5 pCt. Rohrzucker, 0,5 pCt. Glycerin, 100 pCt. mineralischer Nährlösung trieben nur wenige Sporen kurze Keimschläuche. Günstiger war das Ergebnis bei 1 pCt. Asparagin, 1,5 pCt. Rohrzucker, Trockensubstanz der Bierwürze, mineralische Nährlösung, die mit offizineller Phosphorsäure schwach angesäuert war. Jedoch konnten in ihr auch nur unseptierte Hyphen von geringer Länge gezogen werden. Bessere Resultate erzielte ich in Nährlösung von der Zusammensetzung: 1 pCt. Pepton, 1 pCt. Asparagin, 3 pCt. Dextrose, 200 pCt. mineralische Nährlösung, 100 pCt. Abkochung von *Rubus*-Blättern, die durch fünf Minuten langes Abbrühen von *Rubus*-Blättern mit vorher auf 100° erhitztem Wasser erhalten wurde. Ich erzielte in dieser Nährlösung septierte Hyphen, die teilweise Neigung zur Verzweigung zeigten (Fig. 17). Dieselben führen stets in ihrer ganzen Ausdehnung Cytoplasma, und enthielten, wie ich mit Hilfe von Jod-Jodkalium, 1 : 2 : 300, feststellen konnte, häufig nicht geringe Mengen Glykogen. Ein Kriechen des Protoplasten in den Membranen, wie es bei den Ustilagineen stattfindet (vergl. die Angaben bei BREFELD, Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie: Die Brandpilze I, Heft 5, 1883, und Die Brandpilze II, Heft 11, 1895; und ARTHUR MEYER, Bot. Ztg. 1902), wurde nicht beobachtet. Wichtig ist, dass ich in einem Falle an einer Hyphe eine Schnalle beobachten konnte. Wie Fig. 15, die bei starker Vergrösserung, $^1/_{12}$ Imm. SEIBERT, Oc. III, gezeichnet wurde, zeigt, war sie noch nicht völlig geschlossen.

Am Schluss will ich noch auf eine Erscheinung hinweisen, die zu beobachten ich häufig Gelegenheit hatte. Die Enden der durch eine oder mehrere Querwände septierten Hyphen zeigten sich in sehr vielen Fällen sehr stark angeschwollen und häufig durch eine Membran abgetrennt (Fig. 17). Der geschwollene Teil führte reichliche Menge Cytoplasma, und eine Färbung mit Jod-Jodkalium wies in

ihnen grosse Massen von Glykogen nach. Der Protoplast des übrigen Hyphenteils war zwar noch deutlich nachweisbar, jedoch auf einen dünnen Wandbelag beschränkt und enthielt meistens keine nachweisbare Menge von Glykogen. In manchen Fällen trat aus der beschriebenen tonnenförmigen Anschwellung ein Hyphenzweig hervor, der eine geringere Dicke zeigte als der von Uredosporen getriebene Keimschlauch und der, wie die Anschwellung, reichliches Cytoplasma und grosse Mengen von Glycogen enthielt (Fig. 17).

Durch meine Versuche wurde festgestellt, dass das vorparasitische Mycel der Uredineen sich nicht wie das der Ustilagineen verhält, sondern dass es mit dem parasitischen der Ordnung und damit in bezug auf die Fusionen mit dem der Basidiomyceten übereinstimmt, da die Beobachtung von Schnallen den Schluss erlaubt, dass die kümmerliche Ausbildung des Mycels der Grund war, dass Fusionen zwischen zwei Hyphenzweigen nicht beobachtet werden konnten.

Von den durch die oben mitgeteilten Beobachtungen sicher gestellten Tatsachen hat wohl das Vorkommen von Schnallen bei den Uredineen den grössten Wert. Während bei den Pilzen der Florideenreihe, den Ascomyceten, Schnallen stets von Fusionen begleitet sind, ist das Umgekehrte nicht immer der Fall. Schnallenbildung war bis jetzt nur bei den Basidiomyceten und den höchstentwickelten Ascomyceten, den Tuberineen, bekannt, also nur bei Formen, die sicher einen langen Entwicklungsgang hinter sich haben, während sie bei den weniger von der wahrscheinlich ursprünglichen Form abweichenden Ascomyceten nicht vorkommen. Sie müssen deshalb als eine spät erworbene Eigenschaft von Pilzformen mit langem Entwicklungsgang aufgefasst werden. Ihr Auffinden bei den Uredineen spricht deshalb für die Ansicht ARTHUR MEYER's, die er in seiner schon oben genannten Abhandlung S. 152 äussert, dass die Uredineen sich verhältnismässig früh vom allgemeinen Pilzstamm abgegliedert haben, um nach einer langen Entwicklung ihre jetzige Form anzunehmen.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Zeichnungen wurden mit Hilfe des Zeichenapparates entworfen. Objektiv-V. 1/2 SEIBERT, Ocul. III. Nur Fig. 15 und 18 1/12-Imm. SEIBERT, Ocul. III.

Fig. 1. Offene Fusion aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Carex hirta*.
„ 2 und 3. Geschlossene Fusion aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Carex hirta*.
„ 4. Offene Masche aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Phragmites*.
„ 5. Masche aus dem Aecidienmycel der *Melampsora* von *Salix viminalis*.
„ 6. Masche aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Phragmites*.
„ 7. Masche aus dem Aecidienmycel der *Puccinia graminis*.
„ 8. Masche aus dem Uredomycel der *Puccinia graminis*.
„ 9. Masche aus dem Uredomycel des *Phragmidium violaceum*.

Fig. 10. Offene Schnalle aus dem Uredomycel der *Puccinia* von *Carex hirta.*
„ 11. Offene Schnalle aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Carex acuta.*
„ 12. Offene Schnalle aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Phragmites.*
„ 13. Geschlossene Schnalle aus dem Aecidienmycel der *Puccinia graminis.*
„ 14. Geschlossene Schnalle aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Phragmites.*
„ 15. Halb geschlossene Schnalle aus dem Keimschlauch der Uredospore von *Phragmidium violaceum.*
„ 16. Plasmaverbindungen in eingeschlossenen Schnallen aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Carex acuta.*
„ 17. In Nährlösung gekeimte Uredospore von *Phragmidium violaceum.* Aussaat 17. Juli 1902, gezeichnet 19. Juli 1902. Jod-Jodkaliumfärbung.
„ 18. Ende eines Keimschlauchs von einer Uredospore von *Phragmidium violaceum.* Aussaat 17. Juli 1902, gezeichnet 19. Juli 1902. Jod-Jodkaliumfärnung.

50. J. Reinke: Die zur Ernährung der Meeres-Organismen disponiblen Quellen an Stickstoff.

Eingegangen am 11. Juli 1903.

In der Pflanzen- und Tierwelt des Meeres, sowohl der festgewachsenen wie der schwimmenden, ist ein ungeheurer Vorrat von gebundenem Stickstoff gegeben. Da hierfür hauptsächlich die Phosphorproteïde und Eiweissstoffe des Protoplasma in Betracht kommen, möge diese Bindungsform des Stickstoffs kurzweg als Eiweiss bezeichnet werden.

Das Problem ist, woher dieser Eiweissstickstoff stammt, aus welchen anorganischen Stickstoffvorräten die Algen ihn assimiliert haben, sowohl die festsitzenden wie die schwimmenden des Planktons; denn nach allem, das wir wissen, können Tiere kein Eiweiss aus anorganischem Material synthetisch aufbauen, sie sind zu ihrer Ernährung angewiesen auf das in Pflanzenzellen gebildete Eiweiss. Die Pflanzen verfügen nicht nur über die Kunst der Bildung von Kohlenhydraten aus Kohlensäure, sondern auch über die Fähigkeit zur Erzeugung von Eiweiss aus Nitraten oder Ammoniakverbindungen; gewisse Spaltpilze vermögen sogar den freien Stickstoff zur Synthese von Eiweiss zu verwenden. Darum kommt für das Problem der Eiweissbildung im Meere nur die assimilierende Tätigkeit der Pflanzen in Betracht.

Schon beim Niederschreiben meines im Jahre 1880 erschienenen Lehrbuchs der allgemeinen Botanik war mir in Bezug auf die Stickstoffernährung der Meeresalgen auffallend, dass die damals zur Verfügung stehenden Meerwasser-Analysen entweder gar keine oder

doch nur Spuren von Stickstoffverbindungen angaben. Ich schloss den allerdings sehr kurz gehaltenen Absatz über die Nährstoffe der Meeresalgen mit der Hypothese (S. 460): „Stickstoffverbindungen müssen jedenfalls durch den organischen Detritus in das Meerwasser gelangen und die Vegetation in demselben unterhalten". Unter „organischem Detritus" verstand ich die Verwesungsprodukte von Meeresorganismen und die Abfallstoffe menschlicher Wohnstätten, die ich mir durch die Flüsse in das Meer geschwemmt dachte.

Heute erscheint mir diese Hypothese unhaltbar. Zunächst kommt in Betracht die ungeheure Masse von Eiweissstoffen, die Jahr für Jahr in der Algenvegetation der nordischen Küsten und im Plankton durch Assimilation erzeugt wird. Schon der Algenreichtum der Küsten des arktischen Norwegens ist gross; wo aber sind die grossen Städte, die jenen Algen stickstoffhaltigen Detritus liefern, wo die Ströme, die ihn den Algen zuführen könnten? Weit imposanter aber müssen die Algenmassen sein, die längs der pacifischen Küste Nordamerikas von Kalifornien bis zum Behringsmeer hin wachsen. Unter vielen anderen will ich nur an die riesigen Arten der Gattung *Nereocystis* erinnern, die mit ihren 30, nach andern Angaben bis 100 *m* langen Stämmen und ihren 15 *m* langen, zu 48 an einem Stamm sitzenden Blättern einjährig sind, also diese ganze ungeheure Körpermasse Jahr für Jahr aus der Keimzelle unter Assimilation von anorganischem Stickstoff aufbauen. San Francisco und die nördlich davon gelegenen Städte werden schwerlich jenen Stickstoff in Gestalt von Nitraten oder Ammoniakverbindungen liefern, und durch welche Transportmittel sollte derselbe bis zur Behringstrasse hinauf gelangen? Wohl kommt in Betracht, dass die abgestorbenen einjährigen Algen und die einjährigen Teile mehrjähriger Arten selbst durch Verwesung „Detritus" liefern, der als Modde im Meere sich ansammeln kann. Allein in Meeren mit Gezeitenbewegung wird jene Modde von den Felsen, an denen die Algen angewachsen sind, in die grösseren Tiefen des Ozeans gespült, wo kein Algenwuchs mehr gedeiht; und Wasser wie Untergrund pflegen an den Algensiedlungen der nordatlantischen und nordpacifischen Küsten besonders klar und rein zu sein. Es können daher nur die aus der Modde im Wasser sich lösenden Stickstoffverbindungen in Betracht kommen, und dass deren Menge eine minimale ist, ergaben die bekannten Meerwasser-Analysen. Freilich geben diese Analysen auch den Gehalt an Phosphorsäure sehr niedrig an, und von Jod schweigen sie ganz, obgleich dasselbe in solcher Menge in den Tangen angehäuft ist, dass es technisch daraus dargestellt wird[1]). Dennoch er-

1) Nach Fr. Schulze, Lehrbuch der Chemie für Landwirte, enthält Meerwasser noch bei weitem nicht ein Milliontel seines Gewichts an Jod.

scheint es mindestens fraglich, ob in allem diesem, von organischem Detritus herstammenden Stickstoff eine nennenswerte oder gar eine ausreichende Quelle für die Ernährung der Algen, namentlich auch des Planktons, erblickt werden darf.

Hinzu kommt der Umstand, dass die Abfallstoffe der grossen Städte, wenn diese nicht unmittelbar am Meeresufer liegen, wie z. B. Neapel, überhaupt kaum ins Meer gelangen. Ich erinnere an das, was PETTENKOFER[1]) über die „Selbstreinigung" der Flüsse festgestellt hat; wenn man das Flusswasser seiner chemischen Zusammensetzung nach oberhalb und unterhalb einer grossen, am Flusse liegenden Stadt vergleicht, so zeigt sich im Unterlaufe schon in gar nicht grosser Entfernung von der Stadt kein verunreinigender Einfluss der letzteren mehr.

Die älteren diesbezüglichen Angaben erfahren eine Bestätigung in dem kürzlich erschienenen wichtigen Werke: Hamburgische Elb-Untersuchung, Heft I von R. VOLK (1903). Daselbst wird S. 70—74 u. a. folgendes ausgeführt. In der Sekunde lässt Hamburg 12 *l* Urin in die Elbe laufen, der in gleicher Zeit sich mit 360 *cbm* zufliessendem Wasser mischt, was einer Anreicherung des Wassers an organischen Stoffen um ein Milliontel entspricht, also verschwindend gering ist; dann aber „verfallen" jene Stoffe alsbald den „chemischen und biologischen Prozessen". „Alle diese organischen Verunreinigungen, mögen sie sich aus den Fäkalien oder dem Urin oder von den Abfällen der Haushaltungen herleiten, werden durch die Selbstreinigung des Stromes zum grössten Teil wieder aus dem Wasser entfernt" (S. 71). Weiter heisst es dort von den Zersetzungsprodukten der in den Abfällen der Stadt enthaltenen Eiweissstoffe: „Bei ihrer Fäulnis entstehen als Zersetzungsprodukte wesentliche Mengen von Ammoniak und Schwefelammonium. In der Elbe erfahren aber diese in Wasser löslichen Stoffe eine so enorme Verdünnung, dass das Ammoniak und seine Oxydationsprodukte, salpetrige und Salpetersäure, nicht überall und gleichmässig im Strom nachweisbar sind. Das Schwefelammonium wird, wie in jedem eisenhaltigen Gewässer, so auch hier derart zersetzt, dass sich sein Schwefel mit vorhandenem Eisen zu Einfach-Schwefeleisen verbindet. Da dieses in Wasser unlöslich ist, sedimentiert es an ruhigeren Stellen und erteilt mit der Zeit dem Schlamm eine schwärzliche Färbung".

Wenn wir endlich in Betracht ziehen, dass an den Felsen Capris und des Posilipp, an den Schären Norwegens wie den Küsten des

1) PETTENKOFER, Zur Selbstreinigung der Flüsse, Archiv für Hygiene XII (1891); Derselbe, Über die Selbstreinigung der Flüsse. Verhandlungen der Deutschen Naturforscher-Versammlung von 1892.

nördlichen Pacific, sowie im Plankton jener Meere schwerlich die Üppigkeit des Pflanzenwuchses und der Tierwelt eine geringere war, bevor es Menschen gab[1]), die in der Nähe wohnten, so dürfte das Ergebnis sein, dass die von grossen Städten herkommenden Küstenströme für die Bereicherung des Ozeans mit Stickstoffverbindungen so unwirksam sein dürften, wie zu seiner Aussüssung.

Es käme dann der in der Modde enthaltene Humus als Quelle von Stickstoffverbindungen, die für die Ernährung von Algen dienen könnten, in Betracht. Auch hier werden die sich zersetzenden Eiweisskörper überwiegend Ammoniakverbindungen liefern. Allein es würde sich hier um denselben Zirkel handeln, wie bei der alten, längst überwundenen Humustheorie in bezug auf die Bildung organischer Substanz in der Pflanze. Es würden die Algen immer nur mit einem gegebenen Kapital gebundenen Stickstoffs wirtschaften, dasselbe indes niemals vermehren können. Dagegen findet tatsächlich eine Verminderung jenes Kapitals statt, die im Laufe der Zeit sein Verschwinden bewirken müsste. Nachdem K. BRANDT[2]) mit Recht auf die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens denitrifizierender Bakterien im Meere hingewiesen hat, wurde der Nachweis zahlreicher denitrifizierender Spaltpilze im Meere durch GRAN[3]) tatsächlich erbracht. Schon kurz vorher hatte E. BAUR[4]) in einer, im Kieler zoologischen Institut ausgeführten Arbeit aus dem Schlamm und dem Wasser der Kieler Föhrde einige denitrifizierende Bakterien namhaft gemacht, und ich meinerseits bin zu der Annahme geneigt, dass hier wirklich denitrifizierende Arten vorliegen; nur bleibt zu berücksichtigen, dass die Methode, deren sich BAUR bediente, wegen ihrer Zulässigkeit Anfechtung erfährt[5]). Ein unzweifelhaftes Verdienst der Arbeiten BAUR's[6]) dürfte indes sein Nachweis nitrifizierender Bakterien im Kieler Hafen sein. Wenn somit in der Modde durch Fäulnis

---

1) Man erinnere sich nur der reichen marinen Tierwelt der mesozoischen Periode, der mächtigen Diatomeen-Ablagerungen in Kreide und Tertiär.

2) K. Brandt, Über den Stoffwechsel im Meere. 1. Abh. (Wiss. Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, Bd. 4, S. 215ff. (1899).

3) Gran, Studien über Meeresbakterien I. (Bergens Museums Aarbog 1901).

4) Baur, Über zwei denitrifizierende Bakterien aus der Ostsee. (Wiss. Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel, Bd. 6, S. 9ff. 1902).

5) Baur bediente sich zu den Versuchen mit seinen Bakterien einer Nitritbouillon, in Bezug auf welches Verfahren A. Fischer bemerkt (Vorlesungen über Bakterien, 2. Aufl., S 193): „Wir haben daraus die Warnung zu entnehmen, dass nicht jede Stickstoffentwicklung in beliebiger salpeterhaltiger Nährlösung als Denitrification gedeutet werden darf, weshalb Salpeterbouillon durchaus ungeeignet ist für die Untersuchung des Prozesses". Diese Kritik Fischer's stützt sich auf eine bereits 1899 in den Annalen des Institut Pasteur erschienene Arbeit von Grimbert.

6) Vgl. Wiss. Meeresuntersuchungen, Bd. 6, S. 73.

(also auch durch Spaltpilze) Ammoniak entsteht, so kann dies durch nitrifizierende Bakterien in Nitrate und Nitrite, und diese können durch denitrifizierende Spaltpilze zu freiem Stickstoff reduziert werden. Damit wäre das Ende der aus organischen Resten stammenden Stickstoffverbindungen erreicht.

Allein es gibt auch eine rein anorganische Quelle der Salpetersäure in der Natur, das ist der Luftstickstoff, aus dem die Salpetersäure durch elektrische Entladungen in der Atmosphäre entsteht. Dass dies nicht bloss durch die heftigen, bei Gewittern eintretenden elektrischen Explosionen, sondern auch durch tägliche, unscheinbare Spannungsausgleiche geschieht, zeigt das Vorhandensein von Salpetersäure in jedem Regenwasser. Die ersten eingehenden Messungen derselben verdanken wir BOUSSINGAULT[1]). Derselbe fand in den Vogesen in waldreicher Umgebung durchschnittlich 0,2 *mg* Salpetersäure im Liter Regenwasser und daneben 0,6 *mg* Ammoniak, das wohl den Aushauchungen des humusreichen Bodens entstammen dürfte[2]). Grösser erwies sich der Gehalt des Pariser Regenwassers an beiden Verbindungen. Es ergab sich ferner die beachtenswerte Tatsache, dass Schnee, Hagel und Nebel an Ammoniak und Salpetersäure weit reicher sind, als Regenwasser; der Gehalt an Salpetersäure im Nebelwasser am Liebfrauenberge in den Vogesen betrug im Oktober, November und Dezember 1857 0,39—1,83 *mg* im Liter. Daraus könnte man folgern, dass in den Niederschlägen der Polarmeere weit mehr Salpetersäure enthalten ist als in denen der Tropen, und dass darum jene Meere einen grösseren Zuschuss an gebundenem Stickstoff aus der Atmosphäre erhalten, als diese, in denen bekanntlich die Algenvegetation verhältnismässig kümmerlich ist.

Indessen bleibt auch diese Stickstoffquelle neben der ungeheuren Wassermasse des Ozeans eine geringfügige, selbst wenn wir die Tätigkeit denitrifizierender Bakterien nicht hoch veranschlagen wollen. Nehmen wir mit FR. SCHULZE[3]) den Gehalt der wässerigen atmosphärischen Niederschläge an gebundenem Stickstoff (in Form von Ammoniak und Salpetersäure) durchschnittlich für das ganze Jahr zu 1 *mg* im Liter, und den jährlichen Regenfall zu $^1/_2$ *m* Höhe, so empfängt aus dieser Quelle jeder Hektar Ozeanoberfläche 5 *kg* gebundenen Stickstoff im Jahre, was auf den Liter Meerwasser ausserordentlich wenig sein dürfte.

Auch diese atmosphärische Quelle der Stickstoffverbindungen erscheint wenig befriedigend, wenn wir die Eiweissmengen der Tiere

1) Vgl. FR. SCHULZE, Lehrbuch der Chemie für Landwirte I, S. 126.

2) Allerdings hat SCHÖNBEIN gefunden, dass auch bei Verdampfung von Wasser salpetrigsaures Ammoniak gebildet wird, das daher auch in Spuren in der Luft vorkommt.

3) l. c. I, S. 126.

und Pflanzen des Meeres aus ihr herleiten sollen. Dass sie mit zur Erzeugung von Eiweiss, namentlich durch Planktonalgen der Meeresoberfläche dient, dürfte nicht zu bezweifeln sein. Auch daran, dass aus der Modde stammende Stickstoffverbindungen als Nahrung hinzukommen, zweifle ich nicht. Es könnte darauf vielleicht die Abnahme des Planktons mit der Entfernung von den Küsten zurückgeführt werden. Denn in flachen Gewässern ist der moddige Grund mit seinen Exhalationen der Oberfläche nahe; über grossen Tiefen dagegen mögen die Zersetzungsprodukte der unten lagernden toten Organismen die Oberfläche nur höchst verdünnt oder gar nicht erreichen, zumal wenn Denitrifikation durch Bakterien eingreift. —

Gedanken über die Herkunft des Stickstoffs im Eiweiss der Meeresalgen haben mich seit langer Zeit beschäftigt; seit Jahren stellte ich mir das Problem, ob nicht durch Algen der freie, im Meereswasser absorbierte Stickstoff assimiliert werden könne. Zum Belege dessen führe ich nachstehende Zeilen meiner 1889 erschienenen Algenflora der westlichen Ostsee an (S. 15): „Übrigens ist noch niemals die Frage experimentell behandelt worden, ob und inwieweit die Algen imstande sein dürften, den freien, im Wasser absorbierten Stickstoff zu assimilieren. Ich gedenke diesbezügliche Untersuchungen demnächst in Angriff zu nehmen."

Das letztere ist in den darauf folgenden Jahren geschehen, doch ohne eindeutige Resultate zu ergeben, so dass ich nichts darüber veröffentlicht habe. Anknüpfend an die Behauptung von FRANK, dass Nostocaceen Luftstickstoff sollten assimilieren können, experimentierte ich mit *Anabaena gigantea*, indem ich sie in Meerwasser ohne gebundenen Stickstoff und mit Zusatz einiger notwendiger Salze kultivierte. Bald erhielt ich eine verhältnismässig üppige Entwicklung der Alge, bald blieb sie aus. Ich hätte daraus immerhin den Schluss ziehen können, dass jene Alge sich auch ohne Nitrat- oder Ammoniumquelle zu vervielfältigen vermochte, allein es blieben dann doch die negativen Ergebnisse anderer Kulturgefässe unerklärt; und schon damals kam mir der Gedanke, dass die Algen sich den Leguminosen ähnlich verhalten möchten. So geriet ich in ein Stadium des Abwartens, während dessen die Feststellung der Tätigkeit der Leguminosen-Bakterien, des *Clostridium Pasteurianum* und zuletzt des *Azotobacter Chroococcum* erfolgte. Ich begrüsste es daher mit besonderer Freude, als ein tüchtiger junger Analytiker, Herr KEUTNER, im botanischen Institute bakteriologisch zu arbeiten wünschte und Herr Prof. BENECKE sich entschloss, mit Herrn KEUTNER zusammen zunächst die Frage in Angriff zu nehmen, ob im Kieler Hafen freien Stickstoff assimilierende Bakterien vorkommen.

Die Entdeckung von *Clostridium Pasteurianum* und von *Azotobacter Chroococcum* im Schlamm und im Plankton der Kieler Föhrde

durch die Herren BENECKE und KEUTNER war die Frucht jener Untersuchung[1]). Dadurch ist das Problem der Stickstoffassimilation durch Meeresorganismen in eine ganz neue Phase getreten.

Zunächst war festgestellt, dass es in der westlichen Ostsee Pflanzen gibt, die freien Stickstoff binden, d. h. ihn zum Aufbau von Eiweiss verwenden können. Hiermit war der ungeheure Vorrat des über den Ozeanen schwebenden Luftstickstoffs unmittelbar in den Stoffwechsel der Meeresorganismen hereinbezogen. Ob die assimilierenden Pflanzen zu den Algen oder den Spaltpilzen gehören, ist für die von den Herren BENECKE und KEUTNER gewonnene Lösung des Problems zunächst gleichgültig. —

Es kommt nun weiter darauf an, ob und in welcher Weise *Clostridium* und *Azotobacter* den von ihnen gebundenen Stickstoff den Algen und den Tieren des Meeres nutzbar machen. Von manchen Tieren könnten jene Bakterien bei ihrer Grösse gefressen werden und so als unmittelbare Nahrung dienen. Aber auch an Algen könnten sie von ihren gebundenen Stickstoffvorräten abgeben; wir denken unwillkürlich gleich wieder an die Leguminosen. Natürlich brauchte die Art der Mitteilung nicht die gleiche zu sein, wie zwischen *Rhizobium* und seinen Wirten.

Zunächst ist daher die Verbreitung der genannten Stickstoffbakterien[2]), unter denen ich der Kürze wegen allein von *Azotobacter* sprechen will, ins Auge zu fassen. *Azotobacter* findet sich zunächst im Schlamm des Meeresgrundes; das genauere Vorkommen daselbst wurde bis jetzt nicht festgestellt. Der Schlamm oder Schlick (die Modde) ist, wie wir aus den Untersuchungen G. KARSTEN's wissen, mit einem feinen Überzuge von Diatomeen bedeckt. Vielleicht könnte *Azotobacter* an der Oberfläche jener Diatomeen haften. Bemerkenswert erschien mir das Ergebnis von Versuchen Herrn KEUTNER's, wonach aus r e i n e m Ostseewasser Kulturen von *Azotobacter* nicht gewonnen werden konnten. Wohl aber gelang die Kultur bei Impfung mit einer Spur von Plankton, d. h. jenen mikroskopischen, im Wasser schwebenden Algen und Thieren, die durch ein feines Gazenetz an der Oberfläche des Wassers gesammelt und zu einem bräunlichen Schlamm verdichtet werden. Diese Tatsache scheint darauf hinzuweisen, dass *Azotobacter* an der Oberfläche der Planktonalgen haftet. Es war dies eigentlich von vorneherein zu erwarten. Denn *Azotobacter* bedarf zu seiner Ernährung eines Kohlenhydrats (oder einer diesem gleichwertigen organischen Verbindung), und ein solches ist im Meerwasser nicht vorhanden. Darum ist nicht einzusehen, wie *Azotobacter* frei schwimmend im Meerwasser sollte leben können,

---

1) Vgl. das Juniheft dieser Berichte.

2) Mit dem Worte S t i c k s t o f f b a k t e r i e n bezeichne ich nur solche Bakterien, die f r e i e n Stickstoff assimilieren.

weil äusserst unwahrscheinlich ist, dass es selbst Kohlensäure assimiliert. Da indes *Azotobacter* vorzüglich auf Agarplatten gedeiht, denen keine Stickstoffverbindung als Nahrungsquelle zugesetzt ist, so liegt es sehr nahe, dass der Schleim, der als Quellungsprodukt der äusseren Membranschichten die Oberfläche der Algen bedeckt, für *Azotobacter* eine vorzügliche Kohlenstoffquelle abgeben muss, und dass die Oberfläche der Algen in erster Linie als seine eigentliche Wohnstätte in Betracht kommen dürfte.

Ich veranlasste daher Herrn Keutner, von frisch gesammelter *Laminaria flexicaulis*, *Fucus serratus*, *Hydrolapathum sanguineum* und anderen Algen, vorsichtig mit dem Skalpell etwas Schleim von der Oberfläche abzuschaben und zu untersuchen. Wie ich erwartet hatte, erwies sich die Oberfläche der genannten Algen bedeckt mit *Azotobacter*, das im Schleime nistet. Die Grösse und Eigenart dieses Spaltpilzes schliesst jede Verwechslung aus. Die anscheinend so reine Oberfläche von *Laminaria* war wie eine Kulturplatte von Agar mit *Azotobacter* bedeckt; und was ist im Grunde Agar anders als Zellwandsubstanz von Algen!

Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, dass in der schleimigen Hülle unserer Meeresalgen, wie *Laminaria* und *Fucus*, Spaltpilze leben, die den im Meerwasser absorbierten Luftstickstoff zu Eiweiss verarbeiten. Ob diese Bakterien imstande sind, von ihrem Erwerb an gebundenem Stickstoff an jene Algen abzugeben, ist die zweite, noch ungelöste Seite des Problems.

Man könnte verschiedene „Arbeits-Hypothesen“ in dieser Frage aufstellen. Eine derselben könnte dahin gehen, dass, wie bei der Symbiose zwischen *Rhizobium* und den Leguminosen, von den Algen eine verdauende Tätigkeit durch Abscheidung eines proteolytischen Ferments innerhalb der „Schleimkutikula“ auf die Bakterien ausgeübt würde. Wahrscheinlicher dünkt mich indes ein anderer Modus der Symbiose, den man sich folgendermassen vorstellen kann. Die Bakterien erhalten von der Alge die stickstofffreien Kohlenstoffverbindungen, deren sie für ihr Gedeihen als Bau- und Arbeitsstoffe bedürfen, und produzieren dafür aus dem freien Stickstoff weit mehr Ammoniumverbindungen, als sie selbst nötig haben, so dass sie reichlich davon an die von ihnen epiphytisch bewohnte Alge abgeben können. Sie würden sich somit als dem Algenkörper anhaftende Stickstoffassimilatoren der Pflanzengemeinschaft, die sie mit der Alge bilden, darstellen.

Die letztere Möglichkeit bezw. Hypothese kann ich nicht erörtern, ohne einen Ausblick zu tun auf die Vorstellungen, die ich anderweitig über den chemischen Weg der Assimilation des Luftstickstoffs durch Bakterien entwickelt habe. Ich wies darauf hin, dass a priori das erste Glied dieser Kette, deren Endglied den

Aufbau des Eiweissmoleküls darstellt, sein müsse: entweder eine Oxydation des Stickstoffs oder eine Reduktion desselben oder keins von beiden, d. h. eine Additionsvorgang. Dass es sich um eine Oxydation handeln könnte, halte ich für ausgeschlossen, weil ein Teil der Stickstoffbakterien die Assimilation anaërob ausübt. Da mir eine Addition unwahrscheinlich dünkt[1]), so gelangte ich zum Schluss, dass der Assimilation von N ein Reduktionsvorgang zugrunde liegt, indem H in zunächst nicht genau angebbarer Zahl dem N angelagert wird. Dadurch wird beim Assimilationsvorgang der Stickstoff auch gleich in diejenige Bindung übergeführt, in der er im Eiweissmolekül enthalten ist. Denn im Eiweiss kommt kein an O, sondern nur an H gebundener N vor.

Selbstverständlich braucht die Reduktion des N durch das Protoplasma der Stickstoffbakterien keine direkte zu sein. Es kann auch durch Erregung einer Gärung im Algenschleim Wasserstoff entbunden werden und dieser in statu nascendi den Stickstoff zu Ammoniak reduzieren.

Es könnte danach das erste Assimilationsprodukt des Stickstoffs Ammoniak sein, oder doch, wenn es in solchem Überschuss durch die Bakterienzelle produziert wird, dass nur ein Teil davon zur Bildung von Bakterieneiweiss Verwendung finden kann, hierbei eine Ammoniumverbindung sich abspalten, die von den Zellen der Algen absorbiert wird. —

Nehmen wir an, dass die Assimilation des N auf einer Reduktion beruht, so gliedert sich die Erscheinung damit ein in das allgemeine, weitreichende Reduktionsvermögen des vegetabilischen Protoplasma. Ist doch auch die Denitrifikation nichts anderes als die Betätigung jenes Vermögens. Wenn eine höhere Pflanze Nitrate zum Zweck der Eiweissbildung assimiliert, so ist das ein denitrifizierender, also ein Reduktionsvorgang. Die meisten Bakterien scheinen die Befähigung zum Denitrifizieren zu besitzen. Von 109 untersuchten Bakterien reduzierten 85 Nitrat zu Nitrit, 50 zu Ammoniak; mehr als 20 spalteten freien Stickstoff ab; zu den letzteren gehört auch der an Wunden vorkommende *Bacillus pyocyaneus*[2]). Da ist es nicht zu verwundern, dass, wie BEIJERINCK[3]) gefunden hat, auch *Azotobacter Chroococcum* zu denitrifizieren vermag. Dasselbe reduziert nach BEIJERINCK Nitrate zu Nitriten und diese weiter bis zu Ammon, doch

1) Von befreundeter Seite wurde ich darauf aufmerksam gemacht, dass die von SCHÖNBEIN entdeckte Bildung des Ammonnitrit aus Stickstoff und Wasser vielleicht als eine Addition gedeutet werden könne. Käme dieser Vorgang in Betracht, so könnte man die Tätigkeit der Bakterien dabei als eine katalytische, d. h. denselben beschleunigende, vorstellen.

2) Nach A. FISCHER, Vorlesungen II. Aufl., S. 190.

3) Centralblatt für Bakteriologie IX (1902), S. 41.

ohne dass freier N gebildet wird. Die Bildung von NH^3 aus Salpetersäure ist ein weitergehender Reduktionsvorgang, als die Entbindung von freiem N; wäre es daher nicht denkbar, dass *Azotobacter* den von ihm bei seiner denitrifizierenden Tätigkeit gebildeten N alsbald weiter zu NH^3 reduzierte? Das würde auch ein Licht werfen auf seine eventuelle symbiotische Tätigkeit in der Versorgung von Algen mit gebundenem Stickstoff, wobei der elementare Stickstoff als Quelle dient. —

Als Ergebnis vorstehender Zeilen möchte ich feststellen, dass für die Stickstoffernährung der Organismen des Ozeans zwei Magazine in Betracht kommen:

Erstens die Modde des Meeresgrundes. Sie besteht aus dem Detritus toter Tiere und Pflanzen und liefert gebundenen Stickstoff teils als unmittelbares, teils als mittelbares Zersetzungsprodukt von Eiweiss. Diese Stickstoffquelle erhält einen geringfügigen Zuschuss[1]) aus den in den Ozean mündenden Strömen.

Zweitens der über dem Ozean schwebende Vorrat von luftförmigem Stickstoff. Dieser wird in Stickstoffverbindungen übergeführt

a) durch physikalische Vorgänge in der Atmosphäre, die namentlich Salpetersäure erzeugen, welche mit den Niederschlägen dem Meerwasser zugeführt wird;

b) durch die assimilierende Tätigkeit von Stickstoffbakterien, die den im Meerwasser absorbierten Stickstoff reduzieren und mutmasslich einen Teil der so gewonnenen Stickstoffverbindungen an Algen, namentlich auch an die im Plankton frei schwebenden Arten derselben, abgeben können. Diese letztere Menge von gebundenem Stickstoff ist natürlich im Meerwasser nicht nachweisbar.

Nunmehr wird es ein grosses Interesse haben, an der Oberfläche von Algen der verschiedenen Meere des Erdballs nach Stickstoff assimilierenden Bakterien zu suchen. Ich vermute, dass sich hierbei erhebliche Verschiedenheiten in bezug auf die Stickstoffernährung der Algen ergeben werden. Auch die Oberfläche von Algen süsser Gewässer könnte auf das Vorkommen von Stickstoffbakterien hin untersucht werden.

1) Von K. Brandt wird dieser Zuschuss weit höher bewertet, als hier geschehen konnte. Vergl. l. c. und: Über den Stoffwechsel im Meere. 2 Abhandl. in Wissensch. Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, Bd. 6, S. 25 ff.

51. Hans Molisch: Das Hervorspringen von Wassertropfen aus der Blattspitze von Colocasia nymphaefolia Kth. (Caladium nymphaefolia hort.)

Mit Tafel XX.

Eingegangen am 15. Juni 1903.

Wenn von dem im Pflanzenreiche so verbreiteten Vorgang der Guttation gesprochen wird, so werden die Aroideen mit Recht als ein glänzendes Beispiel hierfür angeführt, wo man die Erscheinung in aller Schärfe beobachten kann. Und unter den Aroideen verdient in dieser Beziehung die *Colocasia antiquorum* Schott mit ihren zahlreichen Varietäten an erster Stelle genannt zu werden, denn keine Pflanze besitzt nach meinen Erfahrungen eine so ausgiebige und energische Guttation wie gerade diese. Wir verdanken DUCHARTRE[1]) über die Tropfenausscheidung aus der Blattspitze der genannten Pflanze eine überaus gründliche, auf mehrjährigen Beobachtungen beruhende Abhandlung, welche uns bis ins Einzelne mit dem Phänomen bekannt macht. Dennoch blieb dem französischen Autor ein Vorgang hierbei verborgen, der unser grösstes Interesse hervorzurufen geeignet ist und der von MUNTINGH bereits 1672 entdeckt und von ihm mit folgenden Worten beschrieben wird: „Denn wenn die Pflanze das Wasser aus den Unterschälchen durch die Wurzelspitzen aufgenommen hat, wirft sie dasselbe des Nachts durch die Blattspitzen wieder aus, wenn die Blätter halb offen und noch aufgerollt sind; das Wasser strömt in einem Bogen, wie eine Fontaine aus, so fein und dünn als ein Haupthaar, jedoch so, dass ein williger und aufmerksamer Beobachter es sehen und seine Hand darunter haltend sich überzeugen kann, dass sie von einem reinen Wasser nass wird. Wenn die Blätter ganz offen sind, nimmt diese Kraft ab, und sie geben dann aus den Blattspitzen ganze Wassertropfen, so klar wie Krystall, welche auf die Erde fallen und sie befeuchten.“ Nachdem MUNTINGH noch hervorgehoben, dass die Erscheinung von 6 Uhr abends bis 8 Uhr morgens zu beobachten ist, fährt er fort: „Dieses Wunder der Natur wird dem gefälligen Leser nicht nur sonderbar, sondern vielleicht unglaublich erscheinen, obgleich die Sache wahrhaftig und unbezweifelbar ist, und auch oft von ehrlichen und vor-

1) P. DUCHARTRE, Recherches physiologiques, anatomiques et organogéniques sur la Colocase des anciens, *Colocasia antiquorum* Schott. Annal. des sciences nat. IV. sér. Botanique, T. XII, 1859, p. 232–279.

trefflichen Leuten in meinem Garten gesehen und mit Erstaunen anerkannt ist, wenn ich ihnen dieselbe zeigte."

DUCHARTRE kannte offenbar MUNTINGH's Beobachtung nicht, und obwohl er sich mit der Guttation der *Colocasia* mehrere Jahre abgegeben, erwähnt er die Ausschleuderung der Tropfen mit keinem Worte. Einige Jahre nach dem Erscheinen von DUCHARTRE's Arbeit machte MUSSET[1]) auf die Lücke in DUCHARTRE's Abhandlung aufmerksam und spricht darüber seine Verwunderung aus, dass DUCHARTRE die Fähigkeit der Colocasia, aus der Blattspitze Wassertropfen hervorzuschleudern, nicht gesehen hat. Denn die Blattspitze besitze nicht bloss das Vermögen, in rascher Folge kleine Tröpfchen abzuscheiden, die sich zu einem grösseren, durch sein Gewicht abfallenden Tropfen ansammeln, wie es SCHMIDT[2]) und DUCHARTRE beschrieben haben, sondern auch die Fähigkeit, kleine Tröpfchen in rhythmischer Weise herauszuschleudern, so dass sie in einer Parabel zur Erde fliegen. —

Obwohl man in neuerer Zeit der Guttation vielfach Aufmerksamkeit geschenkt hat, wurden die erwähnten älteren Beobachtungen nicht bloss keiner Nachprüfung gewürdigt, sondern auch in Zweifel gezogen oder mit Stillschweigen übergangen, offenbar weil man sie selbst nicht beobachtet oder für Übertreibungen gehalten hat. So gibt SACHS die einschlägigen Angaben mit grosser Reserve, indem er sagt: „nach einer Angabe von MUSSET sollen zuweilen die ausgepressten Wassertropfen sogar einige Centimeter weit fortgeschleudert werden."[3])

Ich kultiviere durch 5 Jahre hindurch *Caladium nymphaefolium*[4]) in einem warmen Gewächshaus meines Institutes und habe jedes Jahr durch Monate hindurch Gelegenheit gehabt, die Guttation dieser Pflanze zu beobachten und mich zu überzeugen, dass sie tatsächlich imstande ist, Wassertropfen aus der Blattspitze mit einer gewissen Kraft herauszuschleudern. Ich will nun die Bedingungen und die Verhältnisse beschreiben, unter denen die genannte Erscheinung mit Sicherheit zutage tritt. Vor allem muss man für günstige Kulturbedingungen sorgen. Im Monat März wird auf einem Parapet des Warmhauses durch etwa 30—40 *cm* hohes Aufschütten von guter Erde (Mistbeet- und Komposterde) ein Beet hergerichtet, und die Knollen, die über dem Winter ruhten, eingepflanzt. Unter diesen Verhält-

1) M. MUSSET, De l'éjaculation de la sève aqueuse dans les feuilles du *Colocasia esculenta* (Schott). Comptes rendus T. LXI. Juillet-Déc. 1865, p. 683.

2) SCHMIDT, Beobachtungen über die Ausscheidung von Flüssigkeit aus der Spitze der Blätter des *Arum Colocasia*, Linnaea VI, 1831, S. 65—75.

3) J. SACHS, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Leipzig 1887, S. 260.

4) Diese Pflanze ist wahrscheinlich eine von den vielen in den Gärtnereien kultivierten Varietäten der *Colocasia antiquorum* Schott.

nissen ist das entstehende Wurzelsystem in seiner Entwickelung nicht wie in einem Blumentopf gehemmt, sondern es kann sich auf weite Strecken ausbreiten und deshalb einen grossen Wurzeldruck erzeugen. Die zuerst entstehenden Blätter sind relativ klein, aber schon im Mai können sie eine ansehnliche Grösse erreichen, die sich in den folgenden Monaten noch steigern kann. Selbst wenn man nur 3 Pflanzen ausgepflanzt hat, stehen einem Blätter von verschiedenem Alter und ungleicher Entwickelung zur Verfügung und darauf kommt es eben an, falls man die Guttation in ihren verschiedenen Phasen studieren will. Das Herausschleudern von Wassertröpfchen tritt nämlich für gewöhnlich nur an dem jüngsten, sich aus der Knospe (scheinbar aus dem Stiele des nächstjüngeren Blattes) hervorschiebenden Blatte aus, wenn es noch eingerollt und mit seiner Spitze mehr oder minder nach aufwärts gerichtet ist.

Derartige Blätter zeigen namentlich bei günstiger Temperatur des feuchtwarmen Gewächshauses das Hervorspringen der Wassertröpfchen in ausgezeichneter Weise. An regnerischen trüben Tagen, wenn die Atmosphäre mit Wasserdampf gesättigt und die Transpiration auf ein Minimum reduziert ist, kann man das Springen der Tropfen Tag und Nacht ununterbrochen beobachten, an sonnigen Tagen unterbleibt hingegen die Guttation für gewöhnlich während des Tages, um knapp vor Sonnenuntergang oder nach demselben zu beginnen. Zunächst erscheinen die Tröpfchen in längeren Intervallen, dann immer schneller, schliesslich so schnell, dass man kaum im stande ist, die fliegenden Tröpfchen zu zählen. Morgens, wenn die Sonne die Pflanze wieder trifft, verlangsamt sich das Tempo, und die Ausscheidung hört schliesslich ganz auf. —

Steht das Blatt mit seiner Spitze ziemlich vertikal oder schief gegen den Horizont, so fallen die geschleuderten Tröpfchen in parabolischem Bogen zur Erde. Zeigt das Blatt eine nahezu horizontale Lage und bleibt die Ausführungsöffnung der Blattspitze zufällig aufwärts, so fliegen die Tröpfchen nahezu 1 *cm* vertikal in die Höhe und dann zur Erde. Folgen die Tröpfchen rasch aufeinander, so macht das ganze Schauspiel einen höchst überraschenden Eindruck, man glaubt einen Springbrunnen, eine Art lebende Fontäne zu sehen.

Der Leser wird von dem Schauspiel eine sehr gute Vorstellung gewinnen, wenn er die Fig. 1—3 betrachtet und die Figurenerklärung liest. Er muss sich hierbei vor Augen halten, dass die Originalphotographien Zeitaufnahmen darstellen und daher nicht der einzelne Tropfen, sondern die von ihm zurückgelegte Bahn zu sehen ist.

Ich bemerke, dass jedes gesunde, in der angegebenen Weise gezogene Exemplar die Erscheinung unter sonst günstigen Bedingungen zeigt. Doch kann man das Springen der Tropfen auch an Exemplaren

beobachten, die in sehr grossen Blumentöpfen stehen, oder an Freilandexemplaren z. B. in Prag[1]). Mit der grössten Intensität trat mir aber die Erscheinung stets im feuchtwarmen Gewächshause entgegen, und hier konnte ich, nach der Zahl der erschienenen Tropfen und der Menge der ausgeschiedenen Flüssigkeit zu schliessen, das Phänomen in einer Vollkommenheit bewundern, wie kein Beobachter zuvor.

Um von der Raschheit im Erscheinen der geschleuderten Tröpfchen einen Begriff zu geben, diene die folgende Tabelle I. Beobachtet wurde das noch zusammengerollte Blatt einer im feuchtwarmen Gewächshause im Beete kultivierten überaus kräftigen Pflanze. Die Temperatur schwankte zwischen 20—30° C.

Tabelle I.

Tag im Juli 1903	Stunde	Zahl der geschleuderten Tröpfchen pro Minute	Anmerkung
9.	5 h. 13 a. m.	40	Klarer Himmel.
	5 h. 19 a. m.	39	Klarer Himmel.
	8 h. 26 p. m.	106	Es regnet stark.
	8 h. 35 p. m.	104	Es regnet stark.
10.	5 h. 5 a. m.	76	Es regnet stark.
	5 h. 10 a. m.	75	Es regnet stark.
	9 h. 8 p. m.	163	Bewölkt.
	9 h. 16 p. m.	155	Bewölkt.
11.	5 h. a. m.	131	Trübe.
	5 h. 5 a. m.	136	Trübe.
	5 h. p. m.	0	Sonnenschein.
	9 h. 45 a. m.	95	Es regnet.
	9 h. 51 a. m.	96	Es regnet.
12.	5 h. 6 a. m.	91	Klarer Himmel.
	5 h. 11 a. m.	91	Klarer Himmel.
	1 h. 23 p. m.	0	Klarer Himmel.
	10 h. 28 p. m.	92	Es regnet.
	10 h. 33 p. m.	93	Es regnet.
13.	5 h. 5 a. m.	93	Es regnet.
	5 h. 12 a. m.	91	Trübe.

1) Auf den Sandwichs-Inseln wird die *Colocasia esculenta* wie an anderen Orten der Tropen und Subtropen viel kultiviert. In der Umgebung von Honolulu habe ich das Hervorspringen von Wassertropfen bei dieser hier zu Millionen in sumpfigen Gebieten gezogenen Pflanze gleichfalls beobachtet.

Nun begann sich das Blatt aufzurollen, dasselbe fährt dann zwar fort, Wasser auszuscheiden, aber die Tröpfchen werden nicht mehr weggeschleudert. Aus der Tabelle geht hervor, dass bei meinen Versuchspflanzen bis 163 Tröpfchen pro Minute hervorsprangen.

Wo kommen nun die Tröpfchen hervor? Etwa 2—3 *mm* von der äussersten Spitze des Blattes findet sich eine Längsfurche, eine Art Grube, die von einer wulstartigen Auftreibung seitlich umsäumt wird. Schon mit freiem Auge, noch besser mit einer Lupe, kann man eine bis vier verschieden grosse Öffnungen bemerken, die, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, grossen Wasserspalten entsprechen. Neben diesen finden sich noch kleinere, die aber mit der Lupe noch nicht wahrgenommen werden können. Diese Wasserspalten stellen die Ausführungsöffnungen von grossen Intercellularkanälen dar, die sich weit in den grossen Mittelnerv und in den Randnerv hinein verfolgen lassen und die so weit sind, dass man ein Menschenhaar bequem hineinstecken kann. Die Kanäle stehen wieder mit den Gefässbündeln in inniger Berührung. Die Anatomie des Blattes und insbesondere der Verlauf der Kanäle, die das aus den Gefässen herausgepresste Wasser aufnehmen und bis zu den Wasserspalten weiterführen, wurden seinerzeit von DUCHARTRE so genau beschrieben, dass ich mich darauf berufen kann.

Aus den Grübchen (Wasserspalten) kommen nun die Tröpfchen hervor[1]). Was bei *Colocasia* so besonders auffällt, ist, dass das Wasser nicht kontinuierlich fliesst, sondern rhythmisch in Tröpfchen ausgeworfen wird. MUSSET gebraucht dafür sogar das Wort Systole und Diastole, ja er will sogar bei Betrachtung mit einer starken Lupe ein abwechselndes Heben und Senken der Epidermis gesehen haben[2]). Dergleichen habe ich bei öfterer sorgfältiger Betrachtung nicht beobachten können, auch halte ich es weder für glücklich, noch für berechtigt, das rhythmische Hervorspringen der Tröpfchen mit den Pulsationen unseres Kreislaufs zu vergleichen, da der osmotische Druck der Wurzel oder die Wurzelkraft solchen regelmässigen Schwankungen innerhalb so kurzer Zeiträume nicht unterworfen ist.

Der Grund, warum das Wasser in kurzen Zwischenräumen tröpfchenartig hervorspringt, liegt vielleicht darin, dass der Austritt der Flüssigkeit bei den kleinen Öffnungen der Wasserspalten einem grossen kapillaren Widerstand begegnet. Infolge dessen steigert sich unterhalb der Öffnung, unter gleichzeitiger Spannung der Kanalwände,

1) Dies wird unbegreiflicherweise von UNGER bezweifelt. UNGER, Beiträge zur Physiologie der Pflanzen. Über die Allgemeinheit wässeriger Ausscheidungen und deren Bedeutung für das Leben der Pflanzen. Sitzungsber. der Kais. Wiener Akad. 1858, S. 111.

2) MUSSET, l. c. S. 685.

der Druck bis zu einem gewissen Maximum. Endlich wird der Widerstand plötzlich überwunden und ein Tröpfchen mit solcher Kraft herausgepresst, dass es eine Strecke weit fliegt. Mit dem plötzlichen Austritt des Tropfens lässt die Spannung im Innern der Kanäle wieder nach, der Druck muss erst wieder eine gewisse Grösse erreichen, bis der kapillare Widerstand überwunden werden kann, und so geht das Spiel weiter fort. Hierzu kommt, dass die Umgebung der Grübchen infolge eines feinen Wachsüberzuges nicht oder schwer benetzbar ist und die Flüssigkeit sich nicht ausbreitet, sondern sofort eine für die Schleuderbewegung geeignete Form, nämlich Kugelgestalt annimmt.

Wer die Beschreibung MUNTINGH's von unserm Phänomen liest, muss auf den Gedanken kommen, dass das Wasser in einem feinen Strahle und nicht in Tröpfchen hervorspritzt. Mit Rücksicht darauf bemerkt PFEFFER: „Deshalb dürfte aber doch wohl MUNTINGH (1672) übertreiben, wenn er angibt, er habe aus Aroideenblättern einen feinen Wasserstrahl wie aus einer Fontäne hervorspringen sehen[1]).“

Von einem Austreten eines Wasserstrahles ist in der Tat niemals etwas zu sehen, doch kann ein rasch dahinfliegendes Tröpfchen eine kontinuierliche Bahn, also einen Wasserfaden vortäuschen, da der Lichteindruck, den das Tröpfchen hervorruft, im Auge erst nach einiger Zeit verschwindet (vergl. Fig. 1—3). So wie ein im Kreise rasch geschwungener glimmender Span als geschlossener feuriger Kreis gesehen wird, ebenso kann auch der fliegende Tropfen bei genügender Schnelligkeit als Wasserstrahl erscheinen.

Bereits MUSSET[2]) hat aber gezeigt, dass ein wirklicher Wasserstrahl für kurze Zeit künstlich erzeugt werden kann, wenn man das noch zusammengerollte Blatt mit den Fingern drückt. Diese Angabe ist vollständig richtig. Ich konnte den Wasserstrahl am leichtesten erzeugen, wenn ich das gerollte Ende des Blattes gleich hinter der Spitze zwischen Daumen und Zeigefinger drückte. D i e r h y t h m i s c h e A u s s c h e i d u n g w i r d h i e r d u r c h s o f o r t b e s c h l e u n i g t u n d e n d l i c h e r s c h e i n t f ü r e i n e o d e r e i n p a a r S e k u n d e n e i n f a k t i s c h e r W a s s e r s t r a h l. Dies erklärt sich so. Die gegen die Spitze des Blattes zusammenfliessenden Intercellularkanäle erweitern sich hier bedeutend und enthalten eine relativ grosse Menge von Wasser gespeichert. Drückt man auf diese Kanäle, so spritzt das Wasser wie aus einem mit einer feinen Öffnung versehenen Kautschukballon im Strahle heraus. Nach kurzer Zeit, sowie die Kanäle sich wieder mit Wasser gefüllt haben und die rhythmische Ausscheidung beginnt, lässt sich der Versuch von neuem wiederholen.

1) W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., 1897, S. 262.

2) MUSSET, l. c. S. 685.

Ist die Blattspreite aufgerollt und flach ausgebreitet, so vollzieht sich die Wasserausscheidung in anderer Weise: die Tröpfchen werden nicht mehr von der Spitze weggeschleudert, sondern sie perlen in mehr oder minder rascher Folge gewöhnlich aus der grössten, schon mit freiem Auge sichtbaren Wasserspalte hervor, um sich an der äussersten Spitze sofort zu einem immer grösser werdenden Tropfen zu vereinigen, der schliesslich infolge seines Gewichtes abfällt.

Bei sehr alten Blättern kann das Wasser, wahrscheinlich weil die Spitze den Wachsüberzug allmählich einbüsst und leichter benetzbar wird, auch kontinuierlich, also nicht mehr rhythmisch im Tröpfchen hervorquellen und sich zu einem grossen, mehr und mehr anschwellenden Tropfen ansammeln.

Die Zahl der aus ausgewachsenen Blättern hervorquellenden kleinen Tröpfchen kann unter günstigen Verhältnissen eine erstaunlich grosse sein, wie die in der Tabelle II zusammengestellten Re-

Tabelle II.

Tag im Juli 1903	Stunde	Tröpfchen pro Minute	Anmerkung
5.	12 h. 1 p. m.	61	Bewölkt.
	12 h. 5 p. m.	60	Bewölkt.
	9 h. 50 p m.	28	Klarer Himmel.
	9 h. 50 p. m.	28	Klarer Himmel.
6.	5 h. 2 a. m.	27	Klarer Himmel.
	5 h. 8 a. m.	27	Klarer Himmel.
	12 h. 22 p. m.	84	Es regnet stark.
	12 h. 28 p. m.	88	Es regnet stark.
	8 h. 55 p. m.	152	Bewölkt.
	9 h. 4 p. m.	150	Bewölkt.
7.	6 h. 4 a. m.	100	Ganz bewölkt.
	6 h. 8 a m.	103	Ganz bewölkt.
	12 h. 27 p. m.	40	Bewölkt.
	12 h. 35 p m.	56	Bewölkt.
	9 h. 13 p. m.	148	Bewölkt.
	9 h. 19 p. m.	124	Bewölkt.
8.	5 h. 14 a. m.	160	Bewölkt.
	5 h. 21 a m.	146	Bewölkt.
	12 h. 21 p. m.	120	Bewölkt.
	12 h. 27 p. m.	124	Bewölkt.
	10 h. 12 p. m.	184	Klarer Himmel
	10 h. 15 p. m.	190	Klarer Himmel.

sultate zeigen. Die Daten beziehen sich auf ein sehr grosses Blatt eines im Beete eines Warmhauses stehenden *Caladium nymphaefolium*. Die Blattspreite war 86 *cm* lang und 54 *cm* breit, der Blattstiel 95 *cm* lang. Temperatur 20—30° C.

Während der Beobachtungszeit wurden demnach 27—190 Tröpfchen innerhalb einer Minute ausgeschieden. Es herrschte zumeist trübes und regnerisches Wetter, daher erfolgte die Guttation auch zu Mittag, dies ist aber bei sonnigem Wetter selbst im Warmhaus gewöhnlich nicht der Fall.

Die erstaunlich grosse Zahl von Tröpfchen — in der Minute bis 190! — regte mich, da von DUCHARTRE an im Freien beobachteten Exemplaren nur eine bedeutend geringere Ausscheidung festgestellt werden konnte, an, die Wassermengen genau zu bestimmen, die in einer bestimmten Zeit dem Blatte aus der Spitze entströmten. Bei diesem Versuche wurde die Blattspitze in ein Glasgefäss eingeführt; überdies wurde das Blatt, da es nyktitropische Bewegungen ausführt, durch einen Bindfaden in passender Weise fixiert. Die Verdampfung des sich ansammelnden Wassers war in dem mit Wasserdampf fast gesättigten Gewächshause sehr gering, so dass der sich hieraus ergebende Fehler vernachlässigt werden durfte. Das dem Versuche unterworfene Blatt war sehr gross und hatte annähernd dieselben Dimensionen wie das in Tabelle II. Temperatur 20—30° C. Gemessen wurde stets das Wasser, welches sich innerhalb 12 Stunden bei Tag (von 7 Uhr morgens bis 7 Uhr abends) und bei Nacht (von 7 Uhr abends bis 7 Uhr morgens) angesammelt hatte.

Tabelle III.

Tag 1903	Zahl der Kubikzentimeter, ausgeschieden während der Tageszeit	Zahl der Kubikzentimeter, ausgeschieden während der Nachtzeit
5. Juli	65	81
6. Juli	52	77
7. Juli	65	97
8. Juli	45	72
9. Juli	42	70
10. Juli	17	69
11. Juli	15	51
12. Juli	54	88
13. Juli	—	48
Summa . . .	355	653

Vom 5. bis 13. Juli wurden daher von einem einzigen Blatte durch die Spitze 1008 *ccm*, also mehr als 1 *l* Flüssigkeit ausgeschieden. In einer einzigen Nacht erreichte die Ausscheidung die enorme Höhe von 97 *ccm*, also nahezu $^1/_{10}$ *l*.

Diese ganz auffallend grosse Abscheidung von Wasser lehrt, dass die Erscheinung der Guttation im Vergleich zu anderen Gewächsen hier den höchsten Grad der Vollendung erreicht hat. Erwägt man, dass die abgetropfte Flüssigkeit nur wenig mineralische Stoffe enthält, dass also die mit dem Bodenwasser aufgenommenen Mineralsalze grösstenteils zurückgehalten werden, so können wir DUCHARTRE nur beipflichten, wenn er die Guttation eine Art flüssige Transpiration (une transpiration liquide nocturne) nennt, welche die gewöhnliche, bei Tag sich abspielende gasförmige Transpiration zu ersetzen hat.

Die bei *Caladium nymphaefolium* so vollkommen ausgebildete Erscheinung der Guttation erweckte in mir den Wunsch, auch bei anderen Pflanzen den Austritt des durch den Wurzeldruck emporgepressten Wassers in auffallenderer Weise zu demonstrieren. Gewöhnlich wird zur Veranschaulichung des Wurzeldrucks auf den Stammstumpf der Versuchspflanze mittels eines Kautschukschlauches ein Glasrohr aufgesetzt und das Aufsteigen des Wassers in längeren Zeitintervallen an der Höhe der Wassersäule abgelesen. Man kann jedoch das Ausfliessen des Wassers viel anschaulicher ad oculos demonstrieren, wenn man anstatt des relativ weiten Glasrohres eins aufsetzt, das in eine längere, schief nach abwärts gebogene Kapillarröhre ausläuft, wie dies aus der Fig. 4 ersichtlich ist. Benutzt man eine kräftige *Boehmeria utilis* oder eine andere Pflanze mit starkem Wurzeldruck zu dem Versuche, so kann man das Erscheinen und Abtropfen des Wassertropfens am Kapillarmunde bequem beobachten. Presst man durch einen Fingerdruck auf das Kautschukrohr rasch etwas Wasser aus und lässt dann los, so bilden sich innerhalb der Kapillarröhre gewöhnlich mehrere Luftbläschen. Nach kurzer Zeit beginnen sich dann die Luftbläschen zu bewegen, das durch den Wurzeldruck ausgepresste Wasser drängt die Luftbläschen gegen das Ende der Kapillarröhre, und zwar so rasch, dass man ihre Bewegung und infolge dessen die des Wasserfadens direkt mit freiem Auge verfolgen kann. Ich erwähne diesen Versuch, weil er den Wurzeldruck in höchst anschaulicher Weise zu erkennen gibt und sich für Vorlesungen in ausgezeichneter Weise eignet.

Prag, Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. deutschen Universität.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren 1—3 sind nach Photographien des jungen, noch zusammengerollten Blattendes von *Caladium nymphaefolium* wiedergegeben, in der Zeit, wo es Wassertropfen emporschleudert. Da die Momentaufnahme wegen des etwas düsteren Glashauslichtes nicht gelang, so wurden Zeitaufnahmen von mehreren unmittelbar aufeinander fliegenden Tröpfchen gemacht. Dies ist der Grund, warum man nicht die Tropfen, sondern nur ihre Bahn sieht.

Fig. 1. Dieselbe zeigt die eben noch erkennbare Bahn des im Bogen aufwärts und dann abwärts fliegenden Tröpfchens.

„ 2. Dasselbe im verkleinerten Massstabe, die Bahn des Tröpfchens im Original durch Retouchieren etwas deutlicher gemacht.

„ 3. Dasselbe, aber bei anderer Stellung des Blattes.

„ 4. Versuch über Wurzeldruck. Auf den Stammstumpf einer *Boehmeria utilis* wurde mittels eines Kautschukschlauches ein Glasrohr aufgesetzt, das in eine feine Kapillare ausläuft. Das Ausfliessen des Wassers gibt sich in höchst anschaulicher Weise durch das rasche Anwachsen eines Tropfens am Kapillarmunde zu erkennen. Der Tropfen fällt durch sein Eigengewicht ab und wird alsbald durch einen neuen ersetzt.

52. W. Wächter: Zur Kenntnis der richtenden Wirkung des Lichtes auf Koniferennadeln.

Mit zwei Holzschnitten.

Eingegangen am 21. Juli 1903.

Die Ursache der sogenannten Scheitelung mancher Koniferennadeln, die neben der Anisophyllie den Abietineen ihren dorsiventralen Charakter verleiht, ist nach den vorliegenden Untersuchungen vor allem auf die Einwirkung der Schwerkraft und des Lichtes zurückzuführen. — Inwieweit andere Faktoren, Epinastie, korrelative Beeinflussung der Seitensprosse durch die Hauptachse, dabei eine Rolle spielen, ist noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen[1]). — Aus den Untersuchungen Frank's[2]) geht hervor, dass die plagiotropen Sprosse der meisten dorsiventral gebauten Koniferen auch in der Dunkelheit ihre Dorsiventralität mehr oder weniger beibehalten. Frank folgert aus seinen Versuchen, dass die Schwerkraft die Ursache der Dorsiventralität ist, gibt aber zu, dass das Licht in gleichem Sinne wirken könne, da manche Koniferen, wie *Taxus baccata*, im Dunkeln eine ausgesprochene Dorsiventralität nicht erkennen lassen.

1) Vergl. z. B. de Vries, Arb. des botan. Instituts in Würzburg. B. I, S. 223.

2) Frank, Die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzenteilen, Leipzig 1870; Bot. Zeit. 1873, S. 51; Lehrbuch 1892, S. 416.

Einen positiven Beweis für die Schwerkraftswirkung auf die Dorsiventralität der Koniferenzweige gibt uns CZAPEK[1]): Im Dunkeln angestellte Klinostatenversuche mit drei- bis vierjährigen Exemplaren von *Abies pectinata* zeigten, dass die neugebildeten Sprosse „ohne jede auffallende Dorsiventralität“ blieben, während nach FRANK (l. c.) die Dorsiventralität erhalten bleibt, wenn sich die jungen Triebe bei normaler Lage im Dunkeln entwickeln. Auch BARANETZKY[2]) erwähnt, dass an Klinostatenversuchen die Nadeln von *Picea excelsa* Lk. niemals gescheitelt wurden.

Wie sehr das Licht von Bedeutung, sowohl bezüglich der Scheitelung, als auch der Anisophyllie ist, lehren Untersuchungen GOEBEL's[3]). Letzterer beobachtete z. B. an frei stehenden, kräftiger Beleuchtung ausgesetzten Zweigen von *Abies pectinata* keine Scheitelung, „die Nadeln sind alle miteinander mehr oder minder steil gegen die Rückseite des Sprosses hin aufgerichtet“.

Offenbar verhalten sich gegenüber äusseren Einflüssen die verschiedenen Gattungen und Arten der Koniferen nicht gleich, und es dürfte darum nicht ohne Interesse sein, Einzelfälle kennen zu lernen, die uns darüber Aufschluss geben, inwieweit Schwerkraft, Licht oder andere Faktoren für sich allein einen richtenden Einfluss auf die Nadeln auszuüben vermögen. — Zwei derartiger Einzelfälle seien hier mitgeteilt.

An einer im Versuchsgarten des botanischen Instituts der technischen Hochschule in Aachen als *Abies nobilis glauca* bezeichneten Konifere fielen mir einige nahezu radiär gebaute Seitenzweige auf, die auf der Rückenseite eines dorsiventralen Seitenzweiges inseriert waren und orthotropen Wuchs zeigten; und zwar standen diese Zweige an sehr schwach belichteten Stellen. Diese Beobachtung, die man übrigens auch gelegentlich an der *Abies pectinata* machen kann, veranlasste mich zur Wiederholung der FRANK'schen Verdunkelungsversuche. — Einige Seitenzweige in verschiedener Höhe des Baumes wurden vor dem Austreiben der Knospen in allseitig geschlossene Holzkästen geleitet, die so befestigt waren, dass die Zweige in ihrer natürlichen Lage verblieben. Im Spätherbst wurden die Kästen abgenommen, und man konnte, wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, konstatieren, dass der im Dunkeln erwachsene Spross ein wesentlich anderes Aussehen hatte als die belichteten. — Die Dorsiventralität unserer Spezies charakterisiert sich dadurch, dass die Nadeln der Unterseite und der Flanken sich anfangs ein wenig scheiteln und sich dann in

1) Weitere Beiträge zur Kenntnis der geotropischen Reizbewegungen. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. 32, S. 268.

2) Über die Ursachen, welche die Richtung der Äste der Baum- und Straucharten bedingen. Ergänz.-Band 1901, S. 209.

3) Organographie, S. 119, 215.

leichtem Bogen aufwärts krümmen, während sich die Nadeln der Rückenseite fast rechtwinklig in der Medianebene aufwärts biegen. — An den neugebildeten etiolierten Sprossen fällt zunächst auf, dass die Nadeln nicht mehr zenitwärts aufgerichtet sind; die Sprosse sind nahezu radiär gebaut, und an einzelnen von ihnen konnte man selbst bei genauerer Betrachtung keine Scheitelung der unteren Blätter wahrnehmen; der etiolierte Spross ist kleiner als der vorjährige, ebenso die Nadeln, die vollkommen ausgebildet und fast sämtlich gegen die Basis hin nach aussen umgebogen sind und nicht, wie bei *Taxus* z. B., mehr oder weniger in der Knospenlage verbleiben (Frank). — Dass nicht alle neugebildeten Zweige in gleich vollkommener Weise radiär gebaut waren, kann nach den Ergebnissen der Frank'schen Versuche nicht überraschen. Frank[1]) fand an *Prunus Picea* L. (*Abies pectinata* DC.) gelegentlich junge Sprosse, deren Nadeln in der Knospenlage verblieben, und solche, die „alle

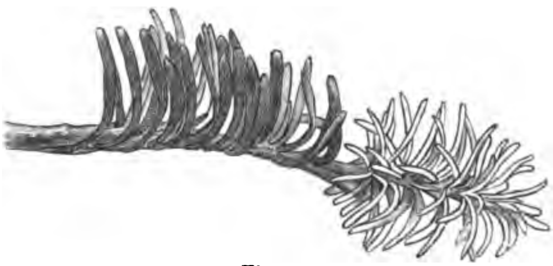


Fig. 1.

Übergänge hiervon zur typischen Stellung der Nadeln“ zeigten[2]). Bezüglich des Frank'schen Erklärungsversuches dieser Erscheinung: „Wir haben es hier offenbar mit einem Zurückgreifen auf frühere einfache Zustände zu tun, die vielleicht einstmals lange Zeiträume hindurch die Form unserer Pflanze charakterisierten, und die geeignet sind, uns die Geschichte der allmählichen Erlernung jener Blattbewegungen auch heutigen Tages noch zu erzählen (l. c. S. 92),“ wäre vielleicht zu erwägen, ob wir es nicht lediglich mit einer Nachwirkung zu tun haben. Kny[3]) hat gezeigt, dass die Anisophyllie bei *Abies pectinata* erst im zweiten Jahre umgekehrt wird, wenn man Zweige, um 180° gedreht, befestigt. Hiernach wäre es immerhin nicht unmöglich, dass Sprosse, die im Dunkeln Übergänge zwischen dorsiventralem und radiärem Bau zeigen, im nächsten Jahre vollkommen radiär gebaute Zweige bilden. Bei der Empfindlichkeit gegen Lichtabschluss dürfte es allerdings kaum gelingen, einen Zweig

1) Die natürliche wagerechte Richtung u. s. w., S. 92.

2) Vergl. auch Nordhausen, Untersuchungen über Asymmetrie von Laubblättern höherer Pflanzen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 37, S. 47.

3) Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Koniferenblätter. Bot. Ztg. 1873, S. 434.

während zweier Vegetationsperioden am Leben zu erhalten. — Hinsichtlich der Anisophyllie bei unserer Versuchspflanze ist zu bemerken, dass ohne Messungen an den etiolierten Sprossen kein Unterschied in der Länge der Nadeln wahrgenommen wurde. Messungen ergaben, dass sich die Nadeln der Rückenseite zu denen der Bauchseite durchschnittlich wie 10 : 12 verhielten, an den Lichtsprossen wie 10 : 15[1]). Im übrigen war das Verhalten dasselbe wie bei *Abies pectinata*: vertikal befestigte Zweige wurden im Licht nicht radiär, und an Zweigen, die, um 180° gedreht, befestigt wurden, war die Dorsiventralität umgekehrt, mit Ausnahme der Anisophyllie. —

Um zu ermitteln, ob durch einseitige Belichtung an orthotropen radiären Koniferensprossen eine Richtungsänderung der Nadeln hervorgerufen werden könne, wurden die Gipfelsprosse dreier etwa zehnjährigen Exemplare von *Abies pectinata* vor dem Austreiben der jungen Knospen in Holzkästen, die inwendig schwarz angestrichen wurden, derart befestigt, dass das Licht ausschliesslich durch einen 2 *cm* breiten, durch eine Glasscheibe verschlossenen Spalt seitlich eindringen konnte. Wie Fig. 2 zeigt, haben sich fast sämtliche Nadeln des jungen Gipfelsprosses dem Lichte zugekehrt, und zwar in der Weise, dass die Blattoberseite senkrecht zu den schräg von oben einfallenden Lichtstrahlen steht. Die Nadeln der Flanken- und Hinterseite sind sichelförmig nach vorn, dem Lichte zu gekrümmt und etwas unsymmetrisch[2]). Diese Reaktion ist vielleicht um so beachtenswerter, als im Freien, selbst bei ungünstigen Belichtungsverhältnissen, die Nadeln radiärer Sprosse nicht aus ihrer Lage gebracht werden, wie schon HOFMEISTER[3]) erwähnt. Nur an Keimpflanzen konnte WIESNER[4]) beobachten, dass sich die Kotyledonen sichelförmig gegen das einfallende Licht krümmten,



Fig. 2.

1) Vergl. FRANK, Über die Einwirkung der Gravitation einiger Pflanzenteile. Bot. Ztg. 1868, S. 877 ff. — GOEBEL, Organographie, S. 215 und 216.

2) Vergl. NORDHAUSEN, l. c. S. 47.

3) Pflanzenzelle 1867, S. 606. — Vergl. auch NORDHAUSEN, l. c. S. 47.

4) Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. Denkschriften der Wiener Akademie, math.-nat. Kl. 1882, S. 48, 49, daselbst auch Abbildungen.

und bei zweijährigen Pflänzchen bemerkte er andeutungsweise eine Krümmung der Nadeln gegen die einfallenden Lichtstrahlen.

Da in beiden der beschriebenen Versuche eine Veränderung der natürlichen Lage der Zweige resp. des Gipfelsprosses vermieden wurde, sind die Richtungsänderungen der Nadeln lediglich auf die Beleuchtungsverhältnisse zurückzuführen.

---

53. G. Hinze: Über Schwefeltropfen im Innern von Oscillarien.

(Mit zwei Abbildungen im Text).

Eingegangen am 21. Juli 1903.

Die rötlichen Gebilde im Innern von wasserblütebildenden Phycochromaceen, welche von RICHTER[1]) zuerst für Schwefelkörnchen gehalten wurden, sind nach den Arbeiten KLEBAHN's[2]) als Gasvakuolen anzusprechen. Neuerdings ist nun auch die KLEBAHN'sche Deutung jener Gebilde durch MOLISCH[3]), der sie bei *Aphanizomenon flos aquae* Ralfs studierte, als unrichtig erwiesen worden; indes ist es MOLISCH bisher nicht gelungen, positive Aufschlüsse über die chemische Natur dieser „Schwebekörper“ zu erzielen. — KLEBAHN erwähnt am Schlusse seiner Arbeit aus dem Jahre 1896, dass ausser bei Chroococcaceen, Nostocaceen und Rivulariaceen auch bei einigen Oscillarien, so bei *Trichodesmium Hildebrandtii*, *Trichodesmium erythraeum* und *Oscillatoria Agardhii* „Gasvakuolen“ vorkommen, wenigstens deutet er bei letzteren beiden Arten die von MÖBIUS und BORNET beschriebenen Zelleinschlüsse als solche.

Während eines Aufenthaltes in Neapel beobachtete ich mehrmals Oscillarien, welche im Innern mehr oder weniger zahlreich rundliche Gebilde enthielten; es erschien mir zunächst unzweifelhaft, dass diese mit den KLEBAHN'schen Gasvakuolen — die Arbeit MOLISCH's war

1) RICHTER, *Gloiotrichia echinulata* P. Richt., eine Wasserblüte des grossen und kleinen Plöners Sees. Forschungsber. aus der biolog. Station zu Plön, 2. Teil, 1894.

2) KLEBAHN, Gasvakuolen, ein Bestandteil der Zellen der wasserblütebildenden Phycochromaceen. Flora 1895. — Ders., Über wasserblütebildende Algen, insbesondere des Plöner Seengebietes, und über das Vorkommen von Gasvakuolen bei den Phycochromaceen. Forschungsber. aus der biolog. Station zu Plön, 4. Teil, 1896. — Ders., Bericht über einige Versuche, betreffend die Gasvakuolen von *Gloiotrichia echinulata*. Forschungsber. aus der biolog. Station zu Plön, 5. Teil, 1897.

3) MOLISCH, Die sogenannten Gasvakuolen und das Schweben gewisser Phycochromaceen. Botanische Zeitung 1903.

noch nicht erschienen — identisch seien. Da aber solche Oscillarien immer in stark nach Schwefelwasserstoff riechenden Kulturen auftraten, und die Einschlüsse an die Schwefeltropfen der Beggiatoen erinnerten, erhoben sich doch Bedenken gegen jene Auffassung, und diese veranlassten eine Untersuchung dieser Gebilde, worüber nachstehend berichtet werden soll.

Die Oscillarien[1]) bildeten in oft reichlichen Mengen in einer an der Oberfläche einer Schlickkultur ausgebreiteten Bakterienkahmhaut ein zierliches Netz, oder sie krochen an der dem Lichte zugewendeten Seite des Gefässes umher. Wurde nun diese Kahmhaut von der Wand des Glashafens losgetrennt, so sank sie unter, während dies, falls die Oscillarien „Gasvakuolen" enthielten, nicht hätte erfolgen dürfen. Ebenso stieg reines Material in Wasser niemals empor, sondern sank sofort zu Boden.

Sprach diese einfache Beobachtung zunächst schon gegen die Annahme, dass die Einschlüsse ein Schweben der Oscillarien ermöglichen könnten, so mehrten sich die Gegengründe durch den mikroskopischen Befund. Die in Rede stehenden Gebilde, welche verschiedene Grösse besassen, waren rundlich, in selteneren Fällen oval; bei hoher Einstellung erschienen sie schwarz, bei mittlerer gelblich bis ziegelrot, mit einem starken schwarzen Rande, und bei tiefer Einstellung hellglänzend mit mattschwarzer Umrandung. Genau so ist aber auch das optische Verhalten der — fraglos als Schwefeltropfen anzusehenden — Einschlüsse in den Beggiatoen, speziell *Beggiatoa mirabilis*, die stets als Vergleichsobjekt herangezogen wurde.

Wie bei den Beggiatoen wechselt die Zahl der Einschlüsse innerhalb weiter Grenzen. Nicht selten findet man Oscillarienfäden, welche bei schwacher Vergrösserung geradezu schwarz erscheinen, weil sie mit den Einschlüssen vollgestopft sind. Andere Fäden dagegen enthalten nur eine mässige Zahl, darunter auch viele kleine, und noch andere nur sehr wenige Gebilde. Immer aber sind diese infolge ihres optischen Verhaltens leicht zu erkennen. Auch dann, wenn ein Faden nur wenige von diesen Einschlüssen birgt (diese sind dann meist sehr klein), finden sich fast stets einige Zellen, die auffallend grosse in ziemlicher Menge führen; bei schwacher Vergrösserung erweckt dies dann dem Beobachter den Eindruck, als hätten die Fäden schwarze Bänder. In nebenstehender Fig. 1 habe ich diese Verhältnisse durch die Zeichnung wiedergegeben: die meisten Zellen sind relativ arm an den fraglichen Einschlüssen, nur an einer Stelle fällt ein solcher Gürtel auf, und hier haben die Körnchen einen weit

1) Nach Gomont's Monographie des Oscillariées (Annales des sciences naturelles, 7. série, t. XVI) liess sich die Art nicht genau ermitteln, doch gehören die Oscillarien der Abteilung Aequales der Gattung *Oscillatoria* an und stehen hier der *Oscillatoria tenuis* am nächsten; ihre Dicke beträgt 4—6 μ.

grösseren Durchmesser. — Makroskopisch erscheinen die Oscillarien infolge der Lichtbrechungsverhältnisse der Einschlüsse ebenso weiss wie die Beggiatoen.

Hinsichtlich ihres weiteren physikalischen Verhaltens ergab sich ebenfalls das Resultat, dass die Einschlüsse keine „Gasvakuolen" sein können. Zerquetscht man nämlich genau in der Weise, wie es KLEBAHN[1]) angibt, die Oscillarien auf dem Objektträger durch kräftigen momentanen Druck, so verschwinden die Körnchen nicht, vielmehr treten sie nur aus dem Protoplasma, das zum Teil mit herausquillt, aus und bleiben in ihrer Form erhalten, oder sie werden breit gedrückt wie eine zähflüssige Masse. Dasselbe ist auch bei den Schwefeltropfen der Beggiatoen der Fall.

Chemisches Verhalten. Die rundlichen Gebilde sind unlöslich in schwachem, langsam löslich in 90prozentigem, schneller in abso-

Fig. 1.
Stück eines mit Schwefeltropfen erfüllten *Oscillaria*-Fadens.
Vergr. 950.

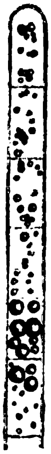
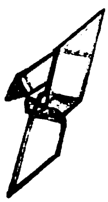


Fig. 2.



Schwefelkristalle auf einem *Oscillaria*-Faden, der zwei Tage in HNO_3 gelegen hatte. Vergr. 1200.

lutem Alkohol, ebenso in Chloroform und Schwefelkohlenstoff. Hierbei ist jedoch die Beschränkung zu machen, dass ähnlich wie bei den Schwefeltropfen der Beggiatoen ein Rest derselben häufig ungelöst bleibt; bei in Alkohol konserviertem Material war dieser noch nach vier Monaten erkennbar. Sie sind ferner unlöslich in verdünnter Salzsäure, verdünnter Essigsäure, konzentrierter Pikrinsäure, in denen die „Gasvakuolen" momentan verschwinden. Ebenso sind sie unlöslich in 1prozentiger Chromsäure, konzentrierter Schwefelsäure, verdünnter und konzentrierter Kalilauge, Glycerin und Salpetersäure.

Demnach stimmen die Eigenschaften dieser Gebilde in keinem wesentlichen Punkte mit denen der „Gasvakuolen" resp. „Schwebekörper" bei anderen Phycochromaceen überein, dagegen vollständig

1) l. c.

mit denen der Schwefeltropfen der Beggiatoen. Sie sind daher als Tropfen von zähflüssigem Schwefel anzusehen. Wie bei *Beggiatoa* kann man diesen Schwefel in die Kristallform überführen: in Glycerin z. B. kristallisiert er nach einiger Zeit aus, in konzentrierter Salpetersäure sogar schon nach einigen Stunden. In Fig. 2 sind einige Kristalle gezeichnet, welche sich auf einem *Oscillaria*-Faden gebildet hatten, nachdem dieser zwei Tage in Salpetersäure gelegen hatte. Wie die gleichzeitig mit entstandenen Kristalle bei *Beggiatoa mirabilis*, hatten sie ein schwärzlich-gelbes Aussehen und die aus der Zeichnung ersichtlichen, wohl monoklinen Formen.

Nach diesem Ergebnis lag nun die Vermutung nahe, dass diese Oscillarien sich auch physiologisch den Schwefelbakterien anschlössen, d. h. Schwefelwasserstoff unter zeitweiliger Speicherung des Schwefels zu Schwefelsäure zu oxydieren imstande seien. Es wurden nun, um diese Frage zu prüfen, längere Zeit hindurch sowohl auf dem Objektträger, wie in kleinen flachen Schalen schwefelbeladene Oscillarien in filtriertem Seewasser kultiviert. In einigen Fällen war zweifellos eine Abnahme des Schwefels zu konstatieren: mit Schwefeltropfen erfüllte Fäden enthielten nach zwei Tagen nur noch geringe Spuren davon oder waren schwefelfrei. Andererseits verschwand in den meisten Kulturen der Schwefel aus den Fäden auch nicht nach mehreren Tagen, und wenn diese dann abstarben, so erfolgte es nicht aus Mangel an Schwefelwasserstoff, sondern wegen der ungünstigen Bedingungen einer Objektträgerkultur. Daraus geht hervor, dass die Oscillarien wohl nicht imstande sind, den Schwefel zu Schwefelsäure zu verbrennen. Denn die wenigen Fälle, in denen eine Abnahme des Schwefels festgestellt wurde, können dahin gedeutet werden, dass der Schwefel herausdiffundierte, da er nach BÜTSCHLI[1]) sich in Wasser langsam löst.

Um so auffälliger bleibt es nun aber, dass sich die Oscillarien mit Schwefel beladen. Eine Erklärung hierfür könnte man vielleicht in der Vermutung sehen, dass der Schwefel von den Oscillarien nicht durch aktive Tätigkeit aufgenommen, sondern dass er ihnen eingelagert worden sei. Der Schwefelwasserstoff nämlich, der in den Kulturen, in denen sie lebten, reichlich entwickelt wurde, oxydiert sich leicht zu Schwefel; da er auch in die Fäden eindringen wird, so wird er hier durch den bei der Assimilation frei werdenden Sauerstoff zu Schwefel verbrannt werden können. Eine Stütze fände diese Annahme daran, dass auch andere Organismen in solchen Kulturen zuweilen Schwefel enthalten können; so habe ich bei grünen Flagellaten gelegentlich Schwefeltropfen konstatiert, ja, auch im Innern

1) BÜTSCHLI, Untersuchungen über Mikrostrukturen des erstarrten Schwefels etc. Leipzig 1900.

von Pilzhyphen, die auf einer Thiosulfatagarkultur wuchsen, fand sich nach einer mündlichen Mittheilung des Herrn Dr. NATHANSOHN Schwefel. — Andererseits habe ich auf den zahlreichen Schlickkulturen, die ich in Kiel untersucht habe, niemals Schwefel im Innern der auf denselben lebenden Oscillarien beobachtet, und auch in Neapel nur in den Fäden einer Art — hier allerdings in fast allen Fäden —, während eine dickere Oscillarie (wohl *Oscillatoria nigro-viridis*) derselben Kultur sie nur sehr selten und dann nur in wenigen Zellen in geringer Zahl enthielt. Dies spricht dafür, dass der Schwefel doch wohl eine besondere Bedeutung für diese Oscillarien besitzt, zum mindesten jedoch dafür, dass sie durch eigentümliche Vorgänge in der Zelle Schwefel im Innern derselben ablagern können.

---

54. A. J. Nabokich: Über anaëroben Stoffwechsel von Samen in Salpeterlösungen.

Eingegangen am 27. Juli 1903.

Im Folgenden sollen einige Resultate von Untersuchungen mitgeteilt werden, die ich über den anaëroben Stoffwechsel bei höheren Pflanzen noch weiter anstellen werde, und zwar soll im Anschluss an meine früheren Mitteilungen hier nur über den Verlauf der intramolekularen Atmung von Erbsensamen in schwachen Lösungen von KNO_3 berichtet werden.

Die Untersuchung von Gärungserscheinungen in diesen Lösungen bietet insofern besonderes Interesse, als hierbei Salpetersäure zu salpetriger Säure reduziert wird, wie ich dies früher[1]) gezeigt habe. Man hat sich zu fragen, ob nun der Gärungsvorgang selbst bei diesen Reduktionserscheinungen Modifikationen in seinem Verlauf erleidet. Dies ist deshalb anzunehmen, weil die Samen in Salpeterlösung immer viel früher zu Grunde gehen als in Wasser oder Zuckerlösungen, wie dies für alle meine Kulturen festgestellt werden konnte. In der Literatur existieren hierüber fast keine Angaben, doch wurde die Frage schon von GODLEWSKI und POLZENIUSZ[2]) in

---

1) Beihefte zum Bot. Centralbl., Bd. XIII, Heft 3, 1902: A. J. NABOKICH, Zur Physiologie des anaëroben Wachtums der höheren Pflanzen.

2) Über die intramolekulare Atmung. Bull. de l'Académie des sciences de Cracovie, Avril 1901, p. 252, 274.

ihren grundlegenden Arbeiten in Erwägung gezogen. GODLEWSKI machte auch einen seiner 20 Versuche in Salpeterlösung und beobachtete nicht nur im absoluten Werte eine geringere Bildung von Kohlensäure und Alkohol, sondern auch eine im Verhältnis zur Kohlensäure relativ geringere Alkoholmenge, so dass der Koeffizient $CO_2 : C_2H_5(OH)$ nur 100 : 76, gegen normal 100 : 104,5 betrug. GODLEWSKI meint dies so erklären zu müssen, dass ein Teil des Alkohols durch den Sauerstoff des Salpeters verbrannt wurde.

Zur Entscheidung dieser Frage wurden zwei Versuchsserien angestellt. Als Rezipienten dienten $^3/_4$ *l*-Destillationskolben, welche während der Versuchsdauer zugeschmolzen waren; die Kohlensäure wurde durch direkte Wägung der Natronkalk-U-Röhren bestimmt, durch die nach Beendigung des Versuches der Inhalt der Kolben mit der Luftpumpe durchgesaugt wurde. Die Alkoholbestimmung geschah mittels Pyknometer bei 15,5° C. nach zwei resp. drei Destillationen des Substrats. In meinen ersten Versuchen habe ich folgende Resultate erhalten:

I. Pisum sativum, kleinsamige Sorte.

	Kulturen in	
	Wasser	0,5 pCt. KNO_3-Lösung
Versuchsdauer	20 Tage	20 Tage
Gewicht der Samen	30,900 *g*	30,570 *g*
Kohlensäure	1,911 *g*	1,398 *g*
Alkohol	1,688 *g*	1,230 *g*
Auf 100 Kohlensäure: Alkohol	**88,3**	**88,0**

II. Pisum sativum, kleinsamige Sorte.

	Kulturen in	
	Wasser	0,5 pCt. KNO_3-Lösung
Versuchsdauer	21 Tage	21 Tage
Gewicht der Samen	32,145 *g*	32,329 *g*
Kohlensäure	1,919 *g*	1,421 *g*
Alkohol	1,664 *g*	1,180 *g*
Auf 100 Kohlensäure: Alkohol	**86,7**	**83,0**

III. Pisum sativum, Victoria-Erbse.

	Kulturen in	
	Wasser	0,5 pCt. KNO_3-Lösung
Versuchsdauer	14 Tage	14 Tage
Gewicht der Samen	39,983 *g*	39,984 *g*
Kohlensäure	2,587 *g*	1,365 *g*
Alkohol	2,482 *g*	1,305 *g*
Auf 100 Kohlensäure: Alkohol	**95,9**	**95,7**

IV. Pisum sativum, Victoria-Erbse.

	Kulturen in	
	Wasser	0,5 pCt. KNO_3-Lösung
Versuchsdauer	14 Tage	14 Tage
Gewicht der Samen	39,997 *g*	39,997 *g*
Kohlensäure	2,372 *g*	1,192 *g*
Alkohol	2,328 *g*	1,167 *g*
Auf 100 Kohlensäure: Alkohol	**98,1**	**97,9**

Es ergibt sich also, dass in keinem Falle in Salpeterlösung so niedrige Koeffizienten für Alkohol erhalten wurden, wie man es nach GODLEWSKI's Versuchen erwarten sollte. Wenn auch die beobachteten Koeffizienten niedrig sind, so sind sie es in gleicher Weise in Salpeter, wie in Wasser. Dies ist durch die Art der Alkoholbestimmung leicht erklärbar. Verluste an Alkohol sind unvermeidlich bei Auspumpen der Kohlensäure, bei wiederholten Destillationen; schliesslich auch durch die Beimischung von Fuselölen zu dem Destillat, die ein niedrigeres spezifisches Gewicht als Äthylalkohol besitzen.

Ausserdem wurde aber in diesen Versuchen noch ein anderer Fehler gemacht, den auch GODLEWSKI und POLZENIUSZ nicht vermieden haben. Es wurde nämlich zur Destillation nur ein Teil des Substrats verwendet (100 *ccm*) und der Alkohol, der im Samen zurückgeblieben war, nicht beachtet. Da dieser Fehler bei grösseren Samenmengen recht erheblich sein kann, wurde in den folgenden Versuchen die Gesamtmenge des Substrats nebst den Samen zur Destillation verwendet. Bei dieser Methode konnte ein grösserer Koeffizient für Alkohol erwartet werden, wie dies durch die Versuche wirklich bestätigt wurde.

Ich konnte nämlich in allen neuen Kulturen zwischen Kohlensäure und Alkohol diejenige Beziehungen finden, welche der theoretisch berechneten sehr nahe lag. Dies ist aus folgender Zusammenstellung der Alkoholkoëffizienten für Kulturen in verschiedenen Nährsubstraten, darunter auch in Salpeterlösung, ersichtlich.

Auf 100 Teile CO_2 wurde an Alkohol gefunden:

Versuchsdauer (Tage)	Wasser	0,5 pCt. Salpeter	1 pCt. Glykose	1 pCt. Pepton
7	101.5	105,1	114,3	107,8
7	107,3	109,7	112,0	106,2
7	102,1	108,3	108,5	—
14	108,7	—	105,5	—
14	106,7	101,5	106,9	110,2
14	109,5	100,2	109,7	104,2
Mittel	105,9	105,1	109,0	107,1

Wir sehen hier, dass in allen Kulturflüssigkeiten auf 100 Teile Kohlensäure fast immer eine und dieselbe Menge von Alkohol gebildet wurde; kleinere Differenzen, welche nicht zu umgehen waren, kann man vermutlich methodischen Fehlern zuschreiben. Was aber die Intensität der anaëroben Atmung in verschiedenen Substraten anbetrifft, so finden wir gerade hier sehr grosse Unterschiede. Die höchste Kohlensäure- und Alkoholentwicklung wurde immer in Pepton und Zuckerlösungen beobachtet; die Gärung in Salpeterlösung war nicht nur doppelt schwächer als in Wasser, sondern sie wurde sogar schon nach 8—10 Tagen ganz sistiert. Dieses Verhältnis kann man durch folgende Tabelle veranschaulichen.

Kohlensäurebildung durch 40 g Victoria-Erbse bei Gärung.

Versuchsdauer (Tage)	Wasser	0,5 pCt. Salpeter	1 pCt. Glykose	1 pCt. Pepton
7	0,930	0,807	1,479	1,605
7	1,292	0,847	1,465	1,869
14	2,331	1,131	2,341	—
14	2,486	0,913	2,840	2,618

Eigentümliche Unterschiede in den besprochenen Kulturen lassen sich auch in dem Umsatz der sogenannten unflüchtigen Säuren wahr-

nehmen. Die Menge der freien Säuren wurde mittels der Titration mit $^1/_{10}$-Normal-Kalilauge vor und nach dem Versuche bestimmt. Es ergaben sich folgende Zahlen für die oben mitgeteilten Versuche.

Unflüchtige Säuren in Kubikcentimetern $^1/_{10}$-Normal-Kalilauge.

Versuchsdauer (Tage)	Vor dem Versuche	Wasser	0,5 pCt. Salpeter	1 pCt. Glykose	1 pCt. Pepton
7	40	35	38	42	60
7	44	37	42	40	53
7	42	38	46	—	—
14	41	40	48	42	63
14	—	37	58	42	—
Mittel	41,8	37,4	46,2	41,5	58,7

Wie sind nun alle diese Unterschiede und das eigentümliche Verhalten von Salpeterkulturen zu erklären?

Wir haben schon gesehen, dass von Verbrennung des Alkohols durch den Sauerstoff des Salpeters bis vor Aldehyd- und Essigsäurebildung, wenigstens für Kulturen, welche nicht länger als 7 Tage dauerten (Alkoholkoëffizient war für diese Kulturen im Mittel 107,7), keine Rede sein konnte. Die Reduktionserscheinungen fanden aber in allen Fällen statt, so dass ich immer im Substrate kleinere Mengen von salpetriger Säure konstatieren konnte. Wir müssen also der salpetrigen Säure die sistierende Wirkung auf die Gärung zuschreiben. Es ist aber zweifelhaft, ob der Zuwachs an Gesamtsäuren, welche in 14tägigen Salpeterkulturen beobachtet wurden, auch salpetriger Säure zu verdanken ist. Ich bin zu der Überzeugung gelangt, dass die Schwankungen im Säuregehalt überhaupt nicht in direkten Zusammenhang mit dem Gärungsprozesse stehen. Über diese Frage werde ich übrigens, nach spezieller Wiederholung betreffender Versuche, später mitteilen. Hier möchte ich nur bemerken, in bezug auf Salpeterkulturen, dass salpetrige Säure bei längerer Versuchsdauer sogar vollständig verschwinden kann. Es vollzieht sich nämlich nach Absterben der Samen eine sekundäre Reaktion zwischen Alkohol und salpetriger Säure nach der Gleichung:

$$C_2H_5OH + 2N_2O_3 = 2CO_2 + 3H_2O + 4N$$ [1].

Ich habe tatsächlich in alten Salpeterkulturen wiederholt einige

1) Stoklasa, Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie. Bd. III, Heft 11, S. 497.

Kubikcentimeter freien Stickstoff beobachtet, was auch mit dem Verschwinden der salpetrigen Säure in Zusammenhang stand.

Diese Oxydationserscheinung hat aber wenig physiologisches Interesse, da sie bis jetzt nur in toten Kulturen beobachtet wurde. Sie darf nicht verwechselt werden mit derjenigen Verbrennung des Alkohols durch entbundenen Sauerstoff des Salpeters, welches GODLEWSKI und POLZENIUSZ vermuteten.

Es ist nun hervorzuheben, dass der Einfluss des Salpeters auf den Verlauf der normalen Atmung eine grade entgegengesetzte zu sein scheint. Nach den Untersuchungen von KELLNER, welche später durch JAKOBI und zum Teil durch KRZEMIENIEWSKI bestätigt wurden, wird die Atmungsenergie der höheren Pflanzen in schwachen Salpeterlösungen immer erhöht. Es ist meine Absicht späterhin diese Versuche zu wiederholen und so vielleicht einige Aufschlüsse über den genetischen Zusammenhang zwischen normaler und intramolekularer Atmung zu erzielen.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht Herrn Geheimrat Prof. Dr. KNY meinen Dank auszusprechen für die vielseitigen Unterstützungen, die er meinen Arbeiten zu Teil werden lässt.

Berlin, Botanisches Institut der Kgl. Landwirtschaftl. Hochschule.

---

55. A. Schulz: Über die Verteilung der Geschlechter bei einigen einheimischen Phanerogamen.

Eingegangen am 27. Juli 1903.

1. Galium Cruciata (L.).

Über die Verteilung der Geschlechter bei *Galium Cruciata* sind mir zahlreiche Angaben in der Literatur bekannt geworden, die aber sämtlich mehr oder weniger unrichtig sind. Nach den neueren von diesen Angaben[1]) sollen alle Individuen dieser Art zweigeschlechtige und männliche Blüten besitzen, sie soll also — nach DARWIN's Terminologie[2]) — andromonöcisch sein[3]). Und zwar sollen

1) Ich habe nur die Angaben besserer Schriftsteller berücksichtigt.

2) Vgl. DARWIN, Die verschiedenen Blüthenformen an Pflanzen der nämlichen Art (1877), S. 11 (der deutschen Übersetzung).

3) Vgl. hierzu auch ERRERA et GEVAERT, Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs, Bulletin de la Société botanique de Belgique, 17. Bd. (1878), S. 38 u. f. (145).

nach fast allen Angaben[1]) in den — meist drei — trugdoldigen Strahlen[2]) jedes Halbquirles stets die Mittel- oder Endblüte zweigeschlechtig, die Seitenblüten männlich sein. Nur Darwin und Kirchner behaupten eine andere Art der Verteilung der beiden Blütenformen. Nach des ersteren Angabe[3]) „sind die weiblichen Organe in den meisten der unteren Blüten unterdrückt worden, während die oberen hermaphroditisch bleiben"; nach Kirchner's Angabe tritt hin und wieder in den Inflorescenzen[4]) nur eine von beiden Blütenformen auf[5]).

Auch ich habe auf allen von mir — vorzüglich bei Halle a. S. — untersuchten Individuen von *Galium Cruciata* zweigeschlechtige und männliche Blüten beobachtet. Diese beiden Blütenformen waren in folgender Weise auf dem Individuum verteilt: Jeder Halbquirl der Gesamtinflorescenz setzt sich in der Regel[6]) aus drei Strahlen zusammen, welche dicht nebeneinander aus der Achsel des Deckblattes entspringen. Von diesen Strahlen sind die beiden seitlichen gleich oder annähernd gleich und kräftiger ausgebildet als der Mittelstrahl, dessen Insertion etwas nach aussen vor die der Seitenstrahlen vorspringt. Jeder dieser drei Strahlen ist ein Dichasium. Die Zweige dieser Dichasien sind in der Regel[7]) wickelig oder — seltener — schraubelig[8]) verzweigt[9]). In der Regel enthält in den Halbquirlen des mittleren — grössten — Teiles der Gesamtinflorescenz jedes der beiden Seitendichasien 8—10, das Mitteldichasium ebensoviele oder

---

1) Auch nach denjenigen Wydler's, vgl. Flora 1860, S. 492.

2) Ein Teil der Schriftsteller — darunter wohl auch Kirchner — bezeichnet diese Strahlen als „die Inflorescenzen" der Art.

3) Darwin, a. a. O., S. 248 (der deutschen Übersetzung).

4) Vgl. Anm. 5.

5) Kirchner sagt (Flora von Stuttgart (1888), S. 666): „Die .. Blütchen sind andromonöcisch; in den männlichen Blüten, die sich gewöhnlich in allen Inflorescenzen mit den zwitterigen gemischt finden, ist das Pistill verkümmert."

6) Selten aus vier oder fünf oder weniger als drei; vgl. hierzu auch Wydler (Flora 1859, S. 8 und 1860, S. 492, sowie Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft zu Bern aus dem Jahre 1871 (1872), S. 275), nach dessen Ansicht die Strahlen serial aus derselben Mutterachse entspringen.

7) Hin und wieder jedoch treten auch an diesen Zweigen dichasische Verzweigungen auf; hin und wieder sind sie sogar ganz unregelmässig verzweigt.

8) Nicht selten ist der eine Zweig wickelig, der andere schraubelig verzweigt.

9) Nach Wydler (Flora 1859, S. 9, vgl. hierzu aber Flora 1851, S. 378) sind die Zweige der Dichasien vorwaltend Schraubeln; es lässt sich nach seiner Meinung häufig schwer entscheiden, ob Schraubeln oder Wickel vorliegen. Später (Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft zu Bern aus dem Jahre 1871 (1872), S. 265) scheint er jedoch anzunehmen, dass nur Schraubeln vorkommen. Nach Eichler (Blüthendiagramme, 1. Teil (1875), S. 260) „herrscht in den Dichasien Schraubeltendenz mit Förderung aus α, gehen sie zuweilen schon nach der ersten Dichotomie in reine Schraubeln aus".

— häufiger — etwas weniger Blüten; in den untersten und den obersten Quirlen der Gesamtinflorescenz ist die Anzahl der Blüten der Dichasien meist geringer als in der Mitte[1]). Gewöhnlich gelangen nicht alle Blüten des Dichasiums zur völligen Entwicklung, es bleiben vielmehr meist die Blüten der letzten Auszweigungen dauernd geschlossen. In der Regel nimmt die Anzahl dieser nicht zur vollen Entwicklung gelangenden Blüten ungefähr von der Mitte der Gesamtinflorescenz ab nach deren Spitze hin in den Dichasien zu. In den ein bis zwei obersten Quirlen sind nicht selten nur die Mittelblüten der Seitendichasien[2]) oder diese und die ein oder zwei untersten Blüten der Seitenzweige dieser Dichasien vollständig ausgebildet. Im obersten Quirle kommt manchmal keine Blüte zur völligen Entwicklung.

Das mittlere der drei Dichasien jedes Halbquirles enthält wohl stets ausschliesslich männliche Blüten, die beiden Seitendichasien enthalten in der Regel zweigeschlechtige[3]) und männliche Blüten[4]). In den meisten Inflorescenzen[5]) ist in einer grösseren[6]) oder geringeren Anzahl der mittleren Quirle in allen Seitendichasien oder in einem Teile derselben[7]) sowohl die Mittelblüte als auch die unterste Blüte des — wie gesagt, meist schraubelig oder wickelig verzweigten — inneren, d. h. dem Mitteldichasium zugewandten Seitenzweiges zweigeschlechtig; die anderen Blüten dieser Dichasien sind männlich.

1) Nach Ascherson und Graebner (Flora des nordostdeutschen Flachlandes (1898/99), S. 663) sind „die Mittelblüthe der letzten Verzweigungen zwittrig, die zwei seitlichen männlich". Eine so geringe Anzahl von — entwickelten — Seitenblüten habe ich nur in den — oft gar keine zweigeschlechtige Blüte enthaltenden — Seitendichasien und den Mitteldichasien der obersten Quirle beobachtet.

2) Das Mitteldichasium trägt häufig schon in noch etwas tieferen Quirlen keine völlig entwickelten Seitenblüten mehr.

3) Meist — doch nicht, wie Wydler (Flora 1860, S. 492) glaubt, immer — gelangt nur eine der beiden Samenanlagen dieser Blüten zur Weiterentwicklung.

4) Bekanntlich krümmen sich die Stiele der zweigeschlechtigen Blüten nach der Befruchtung in der Weise hinab, dass die heranreifenden Früchte unter die Deckblätter, welche sich später ebenfalls hinabneigen, zu liegen kommen. Wenn auch das Mitteldichasium Früchte produzieren würde, so würden deren Stiele entweder die gleiche Bewegung nicht ausführen können, oder diese müssten während des Heranreifens der Frucht sich bedeutend verlängern und ausserdem negativ heliotropisch werden.

5) Es ist aber auch eine Anzahl Inflorescenzen vorhanden, die in keinem Dichasium eine zweigeschlechtige Seitenblüte besitzen.

6) Sehr häufig in allen Quirlen mit Ausnahme des untersten und des obersten oder der beiden obersten Quirle. Nur selten fehlen die zweigeschlechtigen Seitenblüten in mittleren Quirlen, während in darüber und darunter stehenden Quirlen solche vorhanden sind.

7) In den übrigen Seitendichasien dieser Quirle ist dann nur die Mittelblüte zweigeschlechtig.

In den übrigen Quirlen dieser Inflorescenzen[1]) ist auch die unter Blüte des inneren Seitenzweiges der Seitendichasien männlich. Es ist in ihnen also nur die Mittelblüte zweigeschlechtig. In dem obersten Quirle, selten in den zwei oder sogar drei obersten Quirlen sehr vieler Inflorescenzen ist in allen Seitendichasien oder in einem Teile derselben selbst diese Mittelblüte männlich[2]). Auch in recht vielen der unvollständigen untersten Quirle oder wenigstens — wo mehrere derselben vorhanden sind — in einem oder in mehreren ihrer Seitendichasien ist keine zweigeschlechtige Blüte vorhanden.

In allen Seitendichasien besitzt die Mittelblüte die grösste Krone. Die Krone der untersten Blüte des inneren Zweiges ist, auch wenn diese Blüte zweigeschlechtig ist, kleiner als die jener. Die Kronen der übrigen — stets männlichen — Seitenblüten sind noch kleiner, und zwar meist um so kleiner, je höheren Verzweigungen die Blüten angehören[3]). Ähnlich wie die Kronen der Seitendichasien verhalten sich die der Mitteldichasien. Entsprechend der Abnahme der Kronengrösse pflegt auch, und zwar sowohl in den Seitendichasien als auch in den Mitteldichasien, die Grösse der Gynäceumreste der regelmässig männlichen Blüten abzunehmen; vielfach ist die Abnahme aber nur sehr unbedeutend. Die, wie gesagt, sehr häufig vollkommen zweigeschlechtige unterste innere Seitenblüte der Seitendichasien besitzt nicht selten ein grosses, aber doch sicher oder wahrscheinlich nicht mehr normales Gynäceum; in vielen anderen Fällen sind ihre Gynäceumreste jedoch nicht wesentlich grösser als die der übrigen[4]) männlichen Blüten. Ungefähr von der Mitte der Inflorescenz ab pflegt nach deren Spitze zu die Grösse der Krone der Blüten gleicher Abstammungshöhe, bald mehr, bald weniger, manchmal kaum merklich, abzunehmen. Vielfach nimmt in gleicher Weise auch die Grösse der Gynäceumreste der regelmässig männlichen Blüten ab. Hin und wieder verhalten sich die Gynäceumreste der unteren inneren Seitenblüten ebenso; meist jedoch wechselt ihre Grösse ohne Regelmässigkeit von einem Dichasium zum anderen.

---

1) Die ein oder zwei untersten Quirle sind sehr häufig nicht vollständig ausgebildet; häufig bestehen sie nur aus einem Halbquirle, dem vielfach das Mitteldichasium oder sogar dieses und eins der Seitendichasien fehlt. Auch wenn beide Halbquirle vorhanden sind, sind sie häufig ebenso unvollständig ausgebildet.

2) Häufig enthalten diese Blüten grosse Gynäceumreste. Sind mehrere Quirle ausschliesslich männlich, so nehmen die Reste in der Regel nach oben zu in der Grösse ab.

3) Die Grössenabnahme ist häufig aber nur sehr unbedeutend.

4) Dass Gynäceum dieser Blüten ist stark reduziert. Sie besitzen einen ganz winzigen Fruchtknotenrest und ebenso winzige Griffelreste, welche letzteren den oberen Rand des Nektariums entweder nicht oder nur unbedeutend überragen.

2. Caucalis daucoides L.

Caucalis daucoides und die beiden anderen im Folgenden behandelten Umbelliferen-Arten sind ebenfalls andromonöcisch.

Bei *Caucalis daucoides* sind wahrscheinlich in allen Dolden zweigeschlechtige und männliche Blüten vereinigt[1]). Die Dolden sind aus zwei bis fünf, in den meisten Fällen aus drei Döldchen[2]) zusammengesetzt[3]). Wenn in den Dolden der ersten und zweiten Ordnung nur drei oder zwei Döldchen vorhanden sind, so pflegt[4]) jedes derselben zweigeschlechtige und männliche[5]) Blüten zu besitzen; in Dolden der dritten und vierten Ordnung dagegen befinden sich nicht selten in einem oder in zwei der zwei oder drei Döldchen keine zweigeschlechtigen Blüten, sondern nur Blüten mit grossen Gynäceum-Resten, oder sogar nur normal männliche Blüten. Wenn die Dolde aus vier oder fünf Döldchen besteht, so sind meist eins oder — bei fünf Döldchen — zwei, viel seltener mehr, von diesen rein männlich. Die männlichen Döldchen entspringen gewöhnlich innerhalb der gemischtblütigen; wenn nur ein männliches Döldchen vorhanden ist, so nimmt dieses meist das Zentrum der Dolde ein. Die männlichen Döldchen besitzen kürzere Stiele als die gemischtblütigen Döldchen derselben Dolde. Rein zweigeschlechtige Döldchen kommen nur vereinzelt vor.

Die gemischtblütigen Döldchen scheinen nie mehr als fünf zweigeschlechtige Blüten zu enthalten. Von diesen fünf Blüten stehen vier an der Peripherie des Döldchens; häufig sind sie ganz regelmässig in gleichen Abständen um das Döldchenzentrum angeordnet. Die fünfte zweigeschlechtige Blüte nimmt die Mitte des Döldchens ein, sie ist bedeutend kürzer gestielt als die vier anderen. In der

---

1) Ich habe mehrere Hundert von verschiedenen Örtlichkeiten der Umgebung von Halle stammende Individuen untersucht.

2) Manchmal besitzen alle Dolden eines Individuums gleichviel Döldchen.

3) Sie sind nicht, wie Ascherson und Graebner (Flora des nordostdeutschen Flachlandes, 1898/99, S. 533) angeben, „meist zweistrahlig".

4) Ausnahmen sind nicht sehr häufig.

5) Die männlichen Blüten besitzen deutliche Griffelreste. Ein Teil von ihnen besitzt keinen äusserlich hervortretenden Fruchtknotenrest mehr, sehr viele andere besitzen einen ganz winzigen, mit wenigen kurzen Borsten besetzten Rest. Zwischen diesen Blüten und den normalen zweigeschlechtigen Blüten gibt es mannigfaltige Übergänge. Die meisten von diesen letzteren sind zweigeschlechtigen Blüten, deren Stelle sie einnehmen und aus denen sie direkt hervorgegangen sind, recht ähnlich und besitzen meist einen recht grossen Fruchtknotenrest, der aber nicht mehr zur Frucht heranreift. Sie sind im folgenden als im Gynäceum nicht vollständig ausgebildete zweigeschlechtige Blüten oder kurz als nicht völlig ausgebildete zweigeschlechtige Blüten bezeichnet. Die normalen, d. h. der Anlage nach männlichen Blüten habe ich gewöhnlich einfach als männliche Blüten bezeichnet. Die Stiele der letzteren sind bedeutend dünner als die der zweigeschlechtigen Blüten.

Mehrzahl der Dolden sind in keinem Döldchen alle fünf zweigeschlechtigen Blüten vorhanden. In den Dolden der ersten und zweiten Ordnung fehlen meist eine oder zwei von ihnen völlig oder sind doch — bedeutend seltener — im Gynäceum nicht vollkommen ausgebildet. Am häufigsten sind die Mittelblüte und die innere periphere, d. h. die nach der Doldenmitte zu gelegene Blüte[1]), seltener ist nur die Mittelblüte und noch seltener ist nur die innere periphere Blüte nicht oder doch nicht völlig ausgebildet[2]). Wenn die Mittelblüte und die innere periphere Blüte fehlen, so neigen sich die vorhandenen zweigeschlechtigen Blüten häufig mehr zusammen als wenn jene vorhanden sind. Viel seltener sind in diesen Dolden mehr als zwei von den zweigeschlechtigen Blüten des Döldchens nicht vorhanden oder doch nicht vollständig ausgebildet[3]). In den Dolden der höheren Ordnungen ist dies bedeutend häufiger der Fall, doch besitzen auch in diesen die meisten gemischtblütigen Döldchen mehr als zwei normal ausgebildete zweigeschlechtige Blüten. Die männlichen Blüten stehen in den fünf zweigeschlechtige Blüten enthaltenden Döldchen auf der Zone zwischen der zweigeschlechtigen Mittelblüte und den zweigeschlechtigen peripheren Blüten; in denjenigen Döldchen, welchen die Mittelblüte fehlt, nehmen sie die Döldchenmitte ein; in denjenigen Döldchen, welchen die Mittelblüte und eine oder zwei periphere Blüten fehlen, sind sie häufig so stark nach der peripheren Lücke verschoben, dass sie teilweise, oder, wenn nur sehr wenige vorhanden sind, sämtlich ebenso weit oder sogar weiter vom Döldchenzentrum inseriert sind als die zweigeschlechtigen Blüten. Die Anzahl der männlichen Blüten der gemischtblütigen Döldchen schwankt zwischen 1 und 12[4]). Wenn diese Blüten in mehreren Kreisen angeordnet sind, so nimmt die Grösse ihrer Kelche und die Länge und die Dicke ihrer Stiele nach der Döldchenmitte hin ab. Es haben oft die äusseren, hin und wieder sogar die mittleren von ihnen längere Stiele als die zweigeschlechtigen Blüten desselben Döldchens. In den ganz männlichen Döldchen schwankt die Anzahl der Blüten zwischen 1 und 10, meist sind 3 bis 6 vorhanden. Von diesen Blüten haben nicht selten 1 bis 2 etwas grössere

1) Entweder fehlen beide Blüten völlig, oder es sind beide oder nur eine — meist die periphere — durch männliche Blüten mit grossem Gynäceumrest ersetzt.

2) Anderwärts scheint sich diese Art anders zu verhalten, denn Kerner von Marilaun (Pflanzenleben, 2. Aufl., 2. Bd., 1898, S. 270) sagt: „Bei *Caucalis* sind die mittelständigen Döldchen ausschliesslich aus scheinzwitterigen Pollenblüten aufgebaut, während die anderen Döldchen aus 2 echten Zwitterblüten und 4 bis 7 scheinzwitterigen Pollenblüten gebildet werden.“

3) Wenn nur zwei zweigeschlechtige Blüten völlig entwickelt sind, so pflegen dies die beiden seitlichen zu sein, wenn nur eine völlig entwickelt ist, so pflegt dies eine von diesen zu sein.

4) Vergl. Anm. 2.

Gynäceumreste. Wie bei zahlreichen anderen andromonöcischen Doldengewächsen nimmt bei *Caucalis daucoides* in den Dolden meist, doch durchaus nicht immer und häufig erst von den Dolden zweiter Ordnung ab, mit der Zunahme der Abstammungshöhe die Anzahl der zweigeschlechtigen Blüten ab. Auch die Anzahl der männlichen Blüten vermindert sich meist in derselben Weise.

3. Sanicula europaea L.

Der Gesamtblütenstand dieser Art ist cymös. Teils ist er ein einziges — meist weiter verzweigtes — Dichasium oder drei-, seltener mehrstrahliges Pleiochasium, teils trägt seine Achse noch weiter unten einen oder mehrere Zweige. Die Strahlen des endständigen Dichasiums oder Pleiochasiums und die etwaigen weiter unten an der Inflorescenzachse entspringenden Zweige sind meist dichasisch oder[1]) — seltener — pleiochasisch verzweigt. An sehr kräftigen Individuen tragen einige der Strahlen dieser Dichasien oder Pleiochasien zweiter Ordnung noch Seitendolden. Diese gelangen aber häufig nicht mehr zur vollen Entwicklung und zum Blühen; auf schwächeren Individuen ist dies häufig schon bei den Dolden der dritten Ordnung, und zwar entweder bei allen oder nur bei einem Teile derselben, der Fall.

Alle Dolden sind köpfchenförmig, nicht zusammengesetzt. Die Dolden erster und zweiter Ordnung enthalten wohl stets zweigeschlechtige und männliche Blüten. Die vollkommen ausgebildeten Dolden dritter und vierter Ordnung dagegen enthalten häufig ausser rein männlichen Blüten nur solche Blüten, welche zwar der Anlage nach zweigeschlechtig sind, deren Gynäceum aber nicht mehr zur vollen Ausbildung gelangt und oft bedeutend kleiner als das der normalen zweigeschlechtigen Blüten bleibt, oder sogar nur rein, d. h. der Anlage nach, männliche Blüten. Die zweigeschlechtigen Blüten sind ungestielt, die Stiele der männlichen Blüten sind sehr kurz[2]). Die meisten Blüten besitzen Deckblätter, die der randständigen Blüten bilden die Doldenhülle.

Die Enddolde der Gesamtinfloreszenz enthält gewöhnlich[3]) nur

1) Die Strahlen eines Pleiochasiums sind meist nur dichasisch verzweigt.

2) Die männlichen Blüten besitzen meist keinen Griffelrest; ihr äusserlich kaum wahrnehmbarer Fruchtknotenrest trägt meist keine Reste der bei den zweigeschlechtigen Blüten sehr stark entwickelten widerhakigen Borsten. Die zweigeschlechtigen Blüten — sowie die von *Astrantia major* L. und *Eryngium* — sind nicht, wie KERNER (a. a. O., S. 284) behauptet, proterogyn, sondern vielmehr, wie die der meisten anderen Doldengewächse, ausgeprägt proterandrisch. Häufig besitzen die mittelständigen, seltener die seitenständigen zweigeschlechtigen Blüten drei Fruchtblätter.

3) Nur selten ist noch eine seitliche zweigeschlechtige Blüte vorhanden. Sie ist in der Regel, oft bedeutend, weniger kräftig als die zentrale Blüte. Manchmal ist es sogar zweifelhaft, ob sie noch ein völlig ausgebildetes Gynäceum besitzt.

eine, und zwar zentrale, zweigeschlechtige Blüte und ausserdem 15 bis 20, seltener etwas mehr oder etwas weniger, männliche Blüten[1]). Die letzteren sind in zwei unregelmässigen Cyklen um die zentrale zweigeschlechtige Blüte angeordnet[2]). Die Dolden zweiter Ordnung besitzen gewöhnlich ausser 8—15, seltener weniger oder etwas mehr männlichen Blüten drei, bedeutend seltener vier oder nur zwei[3]) zweigeschlechtliche Blüten; und zwar eine Zentralblüte und zwei bezw. drei oder nur eine seitenständige Blüten. Wenn nur zwei Seitenblüten vorhanden sind, so pflegen diese so inseriert zu sein, dass die Verbindungslinien der Mittelpunkte ihrer Insertionsstellen mit dem Zentrum der Dolde einen stumpfen, ungefähr 120° grossen Winkel bilden, dessen Scheitel nach der Abstammungsachse des Doldenstieles hin gerichtet ist. Wenn drei Seitenblüten vorhanden sind, so sind sie gleichmässig um das Doldenzentrum verteilt; die dritte pflegt nach der Abstammungsachse der Dolde hin gerichtet zu sein. Die Insertionsstellen der zweigeschlechtigen Blüten stossen in der Regel dicht aneinander, seltener steht zwischen der Zentralblüte und der seitenständigen Blüte eine männliche Blüte — mit oder ohne Deckblatt — oder nur ein steriles Deckblatt[4]). Die seitenständigen zweigeschlechtigen Blüten stehen am Rande der Dolde, ihre Deckblätter, welche die der randständigen männlichen Blüten etwas in Grösse übertreffen, gehören zur Doldenhülle. Die männlichen Blüten sind in zwei bezw. drei Gruppen zwischen den zweigeschlechtigen Blüten und der Doldenhülle zusammengedrängt, in denen sie in je zwei unregelmässigen Reihen hintereinander angeordnet sind. Auf kräftigen Individuen verhalten sich die Dolden dritter Ordnung ähnlich wie die der zweiten Ordnung, doch enthalten sie bedeutend häufiger als diese nur zwei zweigeschlechtige Blüten und meist nur 5—13, seltener mehr männliche Blüten. Hin und wieder jedoch sind in einer oder in mehreren Dolden an Stelle der normalen zweigeschlechtigen Blüten nur die schon erwähnten des normalen Gynäceums entbehrenden der Anlage nach zweigeschlechtigen Blüten vorhanden. Auf schwächeren

---

Diese normale oder nicht zur vollen Ausbildung ihres Gynäceums gelangte Seitenblüte ist in der Regel durch eine oder zwei männliche Blüten oder nur durch ein oder zwei sterile Deckblätter von der Zentralblüte getrennt.

1) Nicht selten ist die — allein vorhandene — zentrale zweigeschlechtige Blüte von ein bis drei sterilen Deckblättern umgeben.

2) Die mir bekannten Angaben in der Literatur über die Geschlechterverteilung bei *Sanicula europaea* sind sämtlich mehr oder weniger unrichtig, so z. B. die KERNER's. Nach dieser (a. a. O. S. 296) besteht jede Dolde „aus drei mittelständigen echten Zwitterblüten und 8—10 kranzförmig um die ersteren gruppierten Pollenblüten."

3) Noch viel seltener ist nur eine zweigeschlechtige Blüte vorhanden.

4) Seltener sind zwei Blüten oder zwei sterile Deckblätter ganz oder meist nur teilweise dazwischen eingeschoben.

Individuen ist dies noch häufiger der Fall, oder es sind sogar nur normale männliche Blüten in den Dolden vorhanden. Wenn die Dolden dritter Ordnung dieser Individuen zweigeschlechtige Blüten enthalten, so beträgt die Anzahl der männlichen Blüten derselben meist nur 2—8. Häufig kommen, wie schon gesagt wurde, diese Dolden gar nicht mehr zur völligen Entwicklung. Nur sehr kräftige Individuen pflegen vollkommen ausgebildete Dolden vierter Ordnung zu besitzen. Diese enthalten selten mehr als zwei normale zweigeschlechtige Blüten — eine Centralblüte und eine Seitenblüte —; meist gelangt aber das Gynäceum ihrer der Anlage nach zweigeschlechtigen Blüten nicht mehr zur normalen Ausbildung, oder es sind in ihnen nur rein männliche Blüten, oft in sehr geringer Anzahl, vorhanden.

4. Astrantia major L.

Die Geschlechterverteilung dieser Art ist schon mehrfach behandelt worden, in den letzten Jahren vorzüglich von KERNER VON MARILAUN und von WARNSTORF. Nach der Angabe des ersteren[1]) sollen alle Döldchen — muss heissen Dolden[2]) — neben zweigeschlechtigen auch männliche Blüten enthalten. Nach WARNSTORF's Angabe[3]) enthalten die Dolden erster Ordnung sowohl zweigeschlechtige als auch männliche Blüten, während die Dolden zweiter Ordnung entweder einzelne zweigeschlechtige und zahlreiche männliche Blüten oder ausschliesslich männliche Blüten besitzen[4]).

Beider Schriftsteller Angaben habe ich nicht völlig bestätigt gefunden[5]).

Die kräftigeren der von mir untersuchten Individuen[6]) trugen Dolden erster bis dritter Ordnung; die schwächeren besassen in der Regel nur Dolden erster und zweiter Ordnung, oder ihre Dolden dritter Ordnung gelangten nicht zur völligen Entwicklung. In den Dolden erster Ordnung waren stets zweigeschlechtige und männliche[7]) Blüten vereinigt; und zwar betrug die Anzahl der ersteren meist

1) Vergl. dessen Pflanzenleben, 2. Aufl., 1. Teil, S. 296.

2) Die Dolden dieser Art sind ebenso wenig wie die von *Sanicula europaea* zusammengesetzt.

3) Blütenbiologische Beobachtungen aus der Ruppiner Flora im Jahre 1895, Verhandl. des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, 38. Bd. (1896), S. 15 u. f. (29).

4) WARNSTORF hat wohl nur — wenige? und schwache — kultivierte Individuen untersucht.

5) Ich habe eine sehr bedeutende Anzahl von Individuen aus dem Gipsgebiete des Südharzes untersucht.

6) Betreffs des Aufbaues dieser Art vergl. EICHLER, Blüthendiagramme, 2. Teil (1878), S. 411.

7) Die männlichen Blüten besitzen wie bei *Sanicula* in der Regel keinen deutlichen Fruchtknotenrest.

9 bis 20[1]), die der anderen meist 32 bis 50[2]). Auf den meisten der kräftigeren Individuen enthielten auch sämtliche Dolden zweiter Ordnung[3]) zweigeschlechtige — meist 5 bis 12[4]) — und männliche Blüten — meist 35 bis 50[5]) —, während auf den übrigen von diesen Individuen eine oder einige — aber nicht sämtliche — Dolden dieser Ordnung rein männlich waren[6]). Dagegen enthielten die Dolden dieser Ordnung auf sehr vielen der schwächeren, meist der völlig ausgebildeten Dolden dritter Ordnung entbehrenden Individuen zum Teil[7]), auf manchen dieser Individuen sogar sämtlich nur — und zwar bis 50 oder etwas mehr — männliche Blüten. Die Dolden dritter Ordnung besassen nur auf besonders kräftigen Individuen, und auch auf diesen nur zum Teil[8]), — meist ein bis drei, selten etwas mehr — zweigeschlechtige Blüten neben den — meist 30 bis 40 — männlichen Blüten; auf den meisten Individuen waren sie sämtlich rein männlich. Auf den schwächeren Individuen war die Anzahl der männlichen Blüten der Dolden dritter Ordnung meist geringer; vielfach kam ein Teil der Blüten gar nicht zum Blühen. Auf noch schwächeren Individuen war letzteres meist bei sämtlichen Blüten der vorhandenen Dolden dritter Ordnung der Fall; auf sehr vielen von diesen Individuen waren Dolden dritter Ordnung überhaupt nicht mehr angelegt.

Das Zentrum und die periphere Zone der gemischtblütigen Dolden werden von männlichen Blüten eingenommen; die zweigeschlechtigen Blüten stehen dazwischen in einer schmäleren oder breiteren mittleren Zone, in welche auch männliche Blüten in grösserer oder geringerer Anzahl eingesprengt sind. Die Stiele der zweigeschlechtigen Blüten sind zwar bedeutend kürzer[9]) als die der männlichen Blüten, die Fruchtknoten der ersteren sind aber so lang, dass die Blüten dennoch zur Zeit ihres Blühens in gleicher oder ungefähr gleicher Höhe mit den männlichen Blüten stehen.

---

1) Seltener weniger oder etwas mehr.

2) Seltener etwas weniger oder etwas mehr.

3) Hin und wieder trägt die Blütenstandsachse unterhalb der Dolde erster Ordnung eine oder einige kleine Dolden zweiter Ordnung, welche nicht selten nur männliche Blüten enthalten, manchmal sogar nicht zur völligen Entwicklung gelangen.

4) Seltener weniger — so vorzüglich in den tieferstehenden Dolden — oder etwas mehr.

5) Seltener etwas weniger oder etwas mehr.

6) Gewöhnlich sind es tieferstehende Dolden, welche keine normalen zweigeschlechtigen Blüten enthalten. Vielfach besitzen diese Dolden aber einige männliche Blüten mit grösserem Fruchtknotenrest.

7) Vergl. vorige Anm.

8) Meist nur an den oberen Zweigen.

9) Aber ein wenig dicker.

Sitzung vom 30. Oktober 1903.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Per Dusén, Ingenieur, Kustos am botanischen Museum in **Rio de Janeiro** (Adresse: Consulado general da Suecia e Norvega (durch P. MAGNUS und F. NEGER),

Johnson, Dr. **T.,** F. L. S., Professor der Botanik am Royal College of Science und Kustos der botanischen Sammlungen des Nationalmuseums in **Dublin** (durch L. KNY und W. MAGNUS),

Myiake, Dr. **Kiichi,** z. Z. in **Bonn,** Botanisches Institut der Königl. Universität (durch S. SCHWENDENER und CARL MÜLLER),

Mac Kenney, Dr. **Randolph E. B.,** Pflanzenphysiologe am Department of Agriculture und Assistant-Professor an der Columbian University in **Washington** (U. S. A.) (durch W. PFEFFER und H. MIEHE).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Hollrung, Dr., Professor in **Halle a. S.,**
Schröder, Henry, aus **Laubenheim a. Rh.,**
Nilsson, Professor in **Svalöf.**

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem Ableben der Herren:

F. Crépin,

Directeur honoraire des botanischen Gartens, Mitgliedes der Akademie der Wissenschaften in Brüssel, korrespondierenden Mitgliedes unserer Gesellschaft (verstorben am 30. April 1903); ferner des ordentlichen Mitgliedes Herrn

Dr. **Eugen Askenasy,**

ordentlichen Honorarprofessors an der Universität Heidelberg.

Zu Ehren der Verstorbenen erhoben sich die in der Sitzung Anwesenden von ihren Sitzen.

Herr CARL MÜLLER berichtet hierauf in Kürze über die im September in Cassel abgehaltene Generalversammlung unserer Gesellschaft. Dieselbe war bedauerlicherweise nur von 13 ordentlichen Mitgliedern besucht. Es konnten demzufolge die anberaumten Wahlen

des Präsidenten, seines Stellvertreters, der Mitglieder des Ausschusses, sowie die Ernennung des in Vorschlag gebrachten Ehrenmitgliedes und zweier korrespondierenden Mitglieder nicht stattfinden. Der Ausschuss bleibt nun nach § 21, Absatz 2 der Statuten ein weiteres Jahr in seiner jetzigen Zusammensetzung bestehen. Die übrigen Wahlen erfolgen schriftlich, zu welchem Behufe den ordentlichen Mitgliedern die Wahlvorschläge unterbreitet worden sind[1]). Die Stimmabgabe muss bis zum 1. Dezember d. J. erfolgen. Näheres über die Verhandlungen der Generalversammlung wird das darüber berichtende Sonderheft bringen. Die wissenschaftlichen Mitteilungen, welche in Cassel gemacht wurden, sind zum Teil im vorliegenden laufenden Hefte veröffentlicht.

Der Oktoberversammlung lag es ob, in üblicher Weise die Wahl der in Berlin tätigen Vorstandsmitglieder zu vollziehen. Aus dem Schosse der Versammlung heraus wurde der Antrag gestellt, die Wahlen wie in früheren Jahren durch Zuruf zu erledigen. Da sich kein Widerspruch hiergegen erhob, so wurde dementsprechend verfahren. Das Ergebnis der einstimmung vollzogenen Wahlen ist das folgende:

Für das Jahr 1904 werden sein

Herr A. ENGLER erster Vorsitzender,
„ L. KNY erster
„ L. WITTMACK zweiter } Stellvertreter desselben,
„ P. MAGNUS erster
„ E. KÖHNE zweiter } Schriftführer,
„ I. URBAN dritter
„ OTTO MÜLLER Schatzmeister,
„ P. ASCHERSON
„ O. REINHARDT } Mitglieder der Redaktions-kommission.
„ R. KOLKWITZ

Als Sekretär wird Herr CARL MÜLLER die Amtsgeschäfte der Gesellschaft fortführen.

Bei der Eröffnung der Sitzung machte der Vorsitzende die Mitteilung, dass am 1. Oktober d. J. 25 Jahre verflossen waren, seit Herr Geheimrat SCHWENDENER sein Lehramt an der Universität Berlin angetreten hat. Er spricht aus diesem Anlasse namens der Gesellschaft ihrem verehrten Präsidenten die herzlichsten Glückwünsche aus.

1) Nur solchen im Auslande befindlichen Mitgliedern, deren Stimmenabgabe wegen der Entfernung nicht rechtzeitig erfolgen kann, ist die Aufforderung zur Wahl nicht zugesandt worden.

Am 4. September d. J. feierte unser langjähriges Mitglied Herr Prof. Dr. **Friedrich Hegelmaier** in Tübingen die 70. Wiederkehr seines Geburtstages. Der Vorstand der Gesellschaft widmete ihm aus diesem Anlasse folgende Adresse, welche dem Jubilar von Herrn Prof. Dr. Grafen ZU SOLMS-LAUBACH der Ferien wegen schon im Juli überreicht wurde:

Hochgeehrter Herr Professor!

Wieder einmal tritt an den unterzeichneten Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft die angenehme Pflicht heran, einem derjenigen Mitglieder, die ihr von Anfang an angehören und seither in gleicher Geistesfrische wirken, ihre herzlichsten und wärmsten Glückwünsche darzubringen.

Als einer der hervorragendsten Schüler des unvergesslichen ALEXANDER BRAUN sind Sie der von diesem kultivierten Forschungsrichtung, sie den Bedürfnissen der Zeit entsprechend modifizierend und weiterführend, treu geblieben. Die Morphologie, Systematik und Biologie haben durch Ihre reiche und mannigfaltige Tätigkeit grosse Förderung erfahren. Insbesondere ist der Tatbestand, wie er für die Callitrichaceen und Lemnaceen heut festgelegt dasteht, wesentlich Ihren Untersuchungen zu verdanken.

Für das grosse und schwierige, noch in seinen Anfängen stehende Gebiet der Entwickelung und Biologie der Samen haben Sie ein Menschenalter hindurch in zahlreichen, mühevollen Arbeiten wertvolle Bausteine zusammengebracht, die eine sichere Grundlage für weitere Studien in dieser Richtung darbieten.

Und nach der löblichen Gepflogenheit Ihres engeren Heimatlandes haben Sie stets Ihre Aufmerksamkeit auch der einheimischen Flora zugewandt, wie zahlreiche aus Ihrer Feder geflossene kleinere Aufsätze bezeugen. Sie haben auch, wofür die Deutsche Botanische Gesellschaft Ihnen ganz besonderen Dank schuldet, in deren Bänden durch eine Reihe von Jahren regelmässige Berichte über die Fortschritte der Florenkenntnis Württembergs und Hohenzollerns erscheinen lassen.

Indem die Gesellschaft Ihnen für Ihre gesamte botanische Wirksamkeit ihren Dank ausspricht, hofft und wünscht sie zugleich, die Vorsehung möge Ihnen zur Förderung der Wissenschaft und zum Nutzen Ihrer Heimat noch eine Reihe von Jahren voll fruchtbringender Arbeit als Forscher und Universitätslehrer zu teil werden lassen.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Geselschaft.

S. SCHWENDENER. R. VON WETTSTEIN. L. KNY.
A. ENGLER. L. WITTMACK. P. MAGNUS. E. KÖHNE.
I. URBAN. O. MÜLLER.

Der Jubilar hat unter dem 6. September an den Präsidenten der Gesellschaft, Herrn Geheimrat SCHWENDENER, folgendes Dankschreiben gerichtet:

Tübingen, 6. VIII. 03.

Hochgeehrter Herr Geheimrat!

Gestatten Sie mir, dass ich an Sie in Ihrer doppelten Eigenschaft als Vorsitzenden der Deutschen Botanischen Gesellschaft und als Mitvorsitzenden der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin Worte des Dankes richte für die ebenso unerwarteten und unverdienten als ehrenden Auszeichnungen, mit welchen ich von seiten beider Körperschaften am 1. d. M. überrascht worden bin. Ich habe die Betrachtungen, zu welchen mir diese Zeichen wohlwollender Teilnahme Anlass gegeben, und die Gesinnungen, mit welchen sie mich erfüllt haben, schon mündlich gegenüber den Überbringern zum Ausdruck gebracht und möchte diesen jetzt nicht ausführlich wiederholen. Insbesondere sind mir auch liebe Erinnerungen an frühere Zeiten aufgestiegen, in welchen ich einigemal interessanten Verhandlungen der zweitgenannten Gesellschaft, die mir noch lebhaft im Gedächtnis geblieben sind, als Zuhörer habe anwohnen dürfen. Falls es sich mit der Geschäftsordnung und dem Herkommen vertragen würde, dürfte ich mir vielleicht auch die Bitte an Sie, Herr Geheimrat, erlauben, dass Sie in einer künftigen Sitzung der beiden Gesellschaften meinem lebhaftesten Dank an jede derselben einen einfachen kurzen Ausdruck leihen, oder, wenn es die Umstände mit sich bringen sollten, dies durch den jeweils funktionierenden Vorsitzenden tun lassen möchten. Die Zahl der Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft, welche das prächtige Album mit ihren Bildern geschmückt haben, ist ja so gross, dass ich jedem Einzelnen meinen Dank nur etwa durch eine Karte werde aussprechen können, so dass es gut wäre, wenn dies noch insgemein auf dem ebengenannten Weg durch Ihre gütige Vermittlung geschehen könnte.

Mit ausgezeichneter Hochachtung und den besten Wünschen für die bevorstehende Ferienzeit

in dankbarer Ergebenheit

Dr. HEGELMAIER.

Mitteilungen.

56. Franz Buchenau: Entwickelung von Staubblättern im Innern von Fruchtknoten bei Melandryum rubrum Garcke.

Mit Tafel XXI.

Eingegangen am 8. August 1903.[1])

An einem der letzten Tage des Monats Mai 1897 fand Herr Prof. Dr. K. WEIDENMÜLLER, Oberlehrer am Gymnasium zu Marburg, (Hessen), an einem Feldwege in unmittelbarer Nähe dieser Stadt eine kleine Gruppe von Exemplaren des *Melandryum rubrum* Garcke, welche ihm durch das Fehlen der Kronblätter auffiel. Da ihm dies Fehlen noch nicht vorgekommen war, nahm er ein paar Exemplare mit nach Hause. Hier bemerkte er dann sofort grosse Unregelmässigkeiten im Baue der Fruchtknoten und in der Zahl der Narben. Noch mehr aber wurde er überrascht, als er einen Fruchtknoten öffnete und denselben ganz erfüllt fand mit wohlausgebildeten Staubblättern. Herr Prof. WEIDENMÜLLER hatte die Güte, mir wenige Tage darauf einen Zweig der Pflanze und später, als ich ihm mein Interesse für die Sache ausgesprochen hatte, noch den Rest des Materials zu übersenden. Einen grossen Teil desselben hatte er inzwischen Herrn Prof. Dr. KOHL für die Sammlung der Universität Marburg übergeben.

In den vergangenen Jahren war ich durch amtliche Arbeiten und durch Krankheit verhindert, die Bildungsabweichung genauer zu untersuchen und mit frischem Material zu vergleichen. Erst jetzt (im Juli 1903) ist mir dies möglich gewesen. Obwohl ich nun im allgemeinen sehr gegen die casuistische Beschreibung von Monstrositäten eingenommen bin[2]) — die Literatur wird durch solche Einzelbeobachtungen gar zu sehr überlastet — so glaube ich doch diesen ausserordentlichen Fall für die Wissenschaft festhalten zu müssen.

Die vegetativen Teile der Pflanzen: Stengel und Laubblätter, sind durchaus normal gebaut. Indessen sind sie — entgegen den üblichen Diagnosen in den Florenwerken — nicht nur zottig, sondern

1) Die Mitteilung lag wie die beiden folgenden im Manuskript der Generalversammlung in Cassel vor.

2) In ähnlicher Weise hat die übertrieben häufige Beschreibung von Blitzschlägen, so interessant sie oft in lokaler Beziehung sein mag, wohl nur wenig Wert für die physikalische Wissenschaft.

zugleich drüsig-behaart. (Die starke Behaarung der Kelchblätter bildet bei der Präparation der aufgeweichten Blüten eine unangenehme Erschwerung). Auch der brachiale Blütenstand ist ganz normal. Desto stärker verändert sind die Blüten.

Die normale zwitterige Blüte von *Melandryum* enthält bekanntlich fünf fünfgliedrige Cyklen von Blattorganen:

Sep. (5), Pet. 5, Stam. 5 + 5, Carp. (5)

also fünf verwachsene Kelchblätter, fünf freie Kronblätter, zweimal fünf freie Staubblätter und fünf zu einem oberständigen Fruchtknoten verwachsene Fruchtblätter. Die Cyklen alternieren regelmässig mit einander; daher stehen die Fruchtblätter episepal (vergl. Fig. 1). Bei den zweihäusigen Arten: *M. album* und *rubrum* fallen auf den weiblichen Individuen die Staubblätter, auf den männlichen die Fruchtblätter (also das ganze Pistill) aus, ohne dass aber dadurch die anderen Kreise in ihrer Stellung beeinflusst würden. Der Kelch hat fünf starke Median- und fünf nahezu ebenso starke Kommissuralbündel. Alle zehn Bündel sind im untern Drittel unverzweigt; etwa von der Mitte an anastomosieren sie. Die Kommissuralbündel gabeln sich unterhalb der Kelcheinschnitte; ihre beiden Äste verflechten sich mit Ästen der Medianbündel.

Auch die Fruchtblätter besitzen (Fig. 1) fünf starke Median- und ebenso viele starke Kommissuralbündel; diese zehn Bündel sind infolge der episepalen Stellung der Fruchtblätter genau ebenso orientiert wie die entsprechenden Bündel im Kelch. Zwischen je zwei dieser starken Bündel steigen aber in der Wand des Fruchtknotens noch ein oder zwei schwache Leitbündel auf. Sind zwei vorhanden, so teilen sie den vorhandenen Raum entweder in drei gleiche Teile, oder sie sind einander mehr genähert. Demgemäss besitzt also die Fruchtknotenwand 20—30 Leitbündel: zehn starke und zehn bis zwanzig schwache. Im Innern springen die Kommissuren der Karpellblätter in Form schmaler scharfer Leisten in die Höhlung des Fruchtknotens vor. Diese Leisten stehen aber nur im alleruntersten Teile des Fruchtknotens mit der Placenta in Verbindung, so dass nur hier der Fruchtknoten fünffächerig ist. Weiter hinauf haben die Kommissuralleisten keine Verbindung mit der centralen Placenta, und der Fruchtknoten ist hier also einfächerig. Unter dem Mikroskop erweisen sich die Kommissuralleisten als aus zwei Lamellen zusammengesetzt (den Rändern der beiden Fruchtblätter entsprechend, aus denen sie gebildet sind).

Die Placenta bildet einen nahezu cylindrischen, nach oben etwas verjüngten Körper. Sie ist aussen dicht bedeckt mit den grossen weissen Samenanlagen; doch sind die letzteren durch die vorspringenden Kommissuren der Fruchtblätter in fünf Gruppen ab-

geteilt. Jede Gruppe hat vier Längsreihen von Samenanlagen; oben vermindert sich deren Zahl auf zwei. Auf dem Querschnitte zeigt die Placenta im Innern einen fünfstrahligen Stern von Leitbündeln. Die Strahlen gabeln sich natürlich wiederholt, indem sie Bündel in die einzelnen Samenanlagen entsenden (Fig. 1). Die Oberfläche der Placenta ist zwischen den Stielen der Samenanlagen dicht bedeckt mit langen wasserhellen Papillen; sie bilden das leitende Zellgewebe, in welchem die Pollenschläuche hinabwachsen. — Die Placenta ist, wie bereits bemerkt, central und in ihrer grössten Länge frei. Sie wurde daher früher für den Abschluss der Blütenachse gehalten. Dass sie dies nicht ist, dass sie vielmehr von den verwachsenen Basen (Sohlen) der fünf Fruchtblätter gebildet wird, darin sind jetzt wohl alle komparativen Morphologen einig. Wir werden bei der Schilderung der abnormen Zustände noch einem überraschenden Beweise für die Richtigkeit dieser Ansicht begegnen.

Die einzelne Samenanlage (Fig. 4) ist campylotrop und ziemlich lang gestielt; der nur wenig gekrümmte Nukleus liegt quer gegen den Stiel *(funiculus)*. Der Nukleus wird völlig von zwei dünnen Integumenten umhüllt; das innere Integument ragt wie eine Warze aus der Mikropyle des äusseren hervor. Die Krümmungsebene liegt horizontal, und zwar krümmt sich jede Samenanlage nach aussen, also nach der benachbarten Furche der Placenta hin. Hier in dieser Furche ist das leitende Zellgewebe, in welchem die Pollenschläuche hinabwachsen, besonders stark entwickelt.

Auf die Kronblätter und die Staubblätter gehe ich nicht näher ein. Die ersteren sind bekanntlich langgestielt (genagelt) und tief herzförmig ausgeschnitten; an der Grenze der Platte und des Stieles findet sich eine vierlappige, weissgefärbte Ligula (Paracorolla). Von den zehn Staubblättern (Fig. 2) sind die fünf epipetalen kürzer als die episepalen. (Über die Hinneigung der Staubblätter zur Obdiplostemonie vergl. EICHLER, Blütendiagramme, 1878, II, S. 110 ff.) Die Staubbeutel sind nahe unter der Mitte des Rückens befestigt und introrsgewendet; sie springen mit zwei seitlichen Längsspalten auf. — Der Fruchtknoten trägt fünf etwa 8 *mm* lange linealische Griffel, welche auf ihrer inneren Seite mit langen, keulenförmigen, abstehenden, glashellen Papillen bedeckt sind (Fig. 15). Gegen den Grund hin werden die Papillen kleiner und ziehen sich mehr und mehr auf die obere Mittellinie des Griffels zurück. — So viel über den normalen Bau. —

Die Pflanzen, welche die abnormen Blüten tragen, sind, nach dem ersten Anblick zu schliessen, weibliche. (Es ist nach der Art ihres Zusammenwachsens zu vermuten, dass sie von einer Mutterpflanze, ja vielleicht von Samen aus einer Frucht herstammten). Aber es fehlen ihnen nicht nur die Staubblätter, sondern auch (wie bereits im Eingange bemerkt) die Kronblätter. Dies hatte ja gerade zu

ihrer Auffindung geführt. Die Narben treten auffallend stark zutage und verschrumpfen selbst an den älteren Blüten nicht. Dies bildet einen auffallenden Unterschied gegen die normalen weiblichen Blüten. Bei ihnen liegen die Griffel völlig verborgen in der Kelchröhre oder richtiger zwischen den Stielen der Kronblätter; von aussen sind höchstens ihre Spitzen am Eingang der Blüte (zwischen den Paracorollen) zu erblicken. Überdies verwelken sie in den normalen Blüten sofort nach der Befruchtung und vertrocknen dann bald.

Die nähere Untersuchung ergiebt aber eine noch weitergehende Reduktion der Blüten[1]). Nicht nur Kronblätter und Staubblätter fehlen ihnen, sondern die ganze Blüte besteht anscheinend nur aus einem einzigen fünfgliederigen, verwachsenblätterigen Blattkreise. Indem die fünf Blätter dieses Kreises im buntesten Wechsel entweder calycoiden oder carpelloiden Bau zeigen, entsteht eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Form und des äussern Ansehens. (Vergl. Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14). Die normalen Kelchblätter sind derbhäutig, dunkelgrün gefärbt, oft mit rotem Anflug und dabei mit kurzen und langen, abstehenden, zum Teil drüsigen Haaren dicht bedeckt. Die Fruchtblätter (Karpelle) sind derbwandig, lebhaftgrün gefärbt und kahl. Diese Verschiedenheiten sind nun an den Marburger Exemplaren auf sehr wechselnde Weise miteinander vermischt. Keinmal fand ich eine Blüte, deren Blattkreis einen normalen Kelch gebildet hätte. Nur einmal begegnete mir eine Blüte, welche ganz von einem Fruchtknoten mit fünf Griffeln gebildet war (Fig. 8, 9); sie wich aber durch Eiform von der zylindrischen, etwas keuligen Gestalt des normalen Fruchtknotens ab; auch war ihre Oberfläche wenig glänzend und unten mit kurzen, zerstreuten, oben mit dichter stehenden und längeren Haaren besetzt (Fig. 8). Meist haben eins oder einige Phyllome calycoiden, die anderen carpelloiden Bau; nicht ganz selten weichen aber sogar die beiden Längshälften eines und desselben Blattorganes im Bau voneinander ab (Fig. 11). Die Kelchblätter endigen oben in Spitzen; die Fruchtblätter tragen oben mehr oder weniger gut ausgebildete, meist stark gekrümmte Griffel. Häufig ist aber auch die untere Hälfte eines oder mehrerer Blätter calycoid, die obere Hälfte carpelloid gebaut. (Vergl. Fig. 11, an welcher in der oberen Hälfte nur eine Längshälfte eines Blattes den Bau eines Kelchblattes hat und rauh behaart ist, während die ganze untere Hälfte der Blüte durchaus Kelchcharakter hat). Das Umgekehrte, dass also die untere Hälfte eines Blattes Fruchtblatt, die obere Kelchblatt wäre, kommt nach meinen Beobachtungen nicht vor.

1) Die abnormen Blüten sind ebenso wie die normalen kurzgestielt. In den normalen Blüten wird überdies der Fruchtknoten von einem kurzen Stiel, dem Gynophor, getragen.

Die so sehr verschiedene Ausbildung der fünf mit einander verwachsenen Blattorgane bringt natürlich starke innere Spannungen und infolge davon mancherlei Krümmungen und selbst Risse hervor (Fig. 10, 13). Es lohnt aber wohl nicht, diese gemischten Formen im einzelnen zu beschreiben. Nur möchte ich noch hervorheben, dass die abnormen Blüten oben fast niemals völlig geschlossen sind, wie es beim normalen Fruchtknoten der Fall ist. Die Spitzen der calycoiden Phyllome sind im Gegenteil immer frei. Besteht z. B. eins der abnormen Gebilde aus drei Fruchtblättern und zwei Kelchblättern, so ist sein Gipfel auf der Seite der drei Griffel geschlossen, vor den Zähnen der Kelchblätter aber offen.

Öffnet man nun eins dieser abnormen Gebilde, so begreift man das Erstaunen des Entdeckers derselben. Die centrale Placenta ist nämlich stets vollständig geschwunden. Damit unterbleibt denn auch, mit einer noch am Schlusse zu berührenden Ausnahme, die Bildung von Samenanlagen. Aus dem freigewordenen Grunde des Fruchtknotens aber erhebt sich ein Kranz von normal ausgebildeten Staubblättern (Fig. 9). Meist sind sechs bis neun vorhanden, selten weniger; zweimal fand ich zehn. Verwachsungen sind bei ihnen nicht selten, was bei der Enge des Raumes, in dem sie sich entwickeln müssen, begreiflich genug ist. Im übrigen sind sie völlig normal gebaut und entwickeln eine grosse Menge von gutem Pollen. Zur Reifezeit strecken sich die Staubfäden sehr in die Länge und sind dann stark durcheinander gekrümmt und geflochten (Fig. 5). Wohl sieht man einmal aus der offenen Spitze des „Fruchtknotens“ oder aus einem Längsspalte einen Staubbeutel ein wenig hervorragen, niemals aber gelingt es den Staubblättern, die Wände ihres Kerkers (eben dieses „Fruchtknotens“) zu sprengen und unter Streckung der Staubfäden in das Freie zu gelangen.

Die vorliegende Bildungsabweichung ist in der Tat eine ausserordentliche. Drei Blattcyklen sind vorhanden; der äusserste ist in wunderlicher Weise aus calycoiden und carpelloiden Elementen gemischt; die beiden folgenden — meist nicht ganz vollständig ausgebildeten — sind Staubblattkreise. Wäre der äussere Kreis ein reiner, normaler Kelch, so hätten wir kronblattlose männliche Blüten vor uns, deren Staubblätter sich dann ganz gewiss normal gestreckt hätten. Nun aber macht die Blüte zunächst den Eindruck einer umgeformten weiblichen Blüte, da ihr Äusseres aus verwachsenen Kelch- und Fruchtblättern besteht und die ausgebildeten Griffel stark hervortreten. In ihrem Innern aber birgt die Blüte zwei mehr oder weniger vollständig ausgebildete Staubblattkreise!

Zum Schlusse muss ich noch einer wichtigen Beobachtung gedenken. Beim Öffnen der abnormen Blüten war es mir schon wiederholt aufgefallen, dass die inneren Kommissuralleisten der Frucht-

blätter dicker waren als in den normalen Ovarien. Zuweilen waren sie auch infolge der eingetretenen Spannungen streckenweise von der Wandung losgerissen. Endlich aber fand ich eine abnorme Blüte, in welcher eine der drei vorhandenen Leisten zur wirklichen Placenta geworden war. An ihren Rändern (Fig. 3) waren acht ganz normal ausgebildete Samenanlagen (Ovula) entstanden, welche sich alle mit der Mikropyleseite schräg nach oben gewendet hatten. Die zweite Leiste desselben Fruchtknotens trug auf der einen Seite fünf Ovula; die andere war leer. Hier wurde also mit der Deutlichkeit eines Vorlesungsversuches dargelegt, dass die Bildung der Samenanlagen an den Rändern der Karpellblätter geschieht, dass also auch die centrale freie Plazenta von *Melandryum* nicht von der Blütenachse, sondern von den miteinander verwachsenen Blattsohlen der Fruchtblätter gebildet wird.

Diese wichtige Beobachtung entschädigte mich einigermassen für die Enttäuschung, welche ich dadurch erfuhr, dass die erhofften Mittelbildungen von Samenanlagen und Staubblättern nirgends vorhanden waren.[1]) Die Ovula waren (mit der eben erwähnten Ausnahme) in allen abnormen Blüten völlig verschwunden; die Staubblätter aber entwickelten sich völlig normal, wenn ihnen auch die Enge des Raumes nicht gestattete sich frei zu entfalten.

Als ich die im vorstehenden beschriebene Bildungsabweichung zuerst untersuchte, waren mir ähnliche Fälle aus der Literatur ganz unbekannt.[2]) Indessen erwähnt C. DE CANDOLLE in seinem sehr beachtenswerten Aufsatze: Remarques sur la tératologie végétale (Archives des sciences physiques et naturelles, 1897, 4. sér., t. III, p. 5 des Sonderabdruckes) solche Vorkommnisse unter seinen „monstruosités taxinomiques“ als besonders selten. Seiner Güte verdanke ich denn auch den Nachweis der beiden bis jetzt zur Beobachtung gelangten Fälle.

AGARDH (Vaexternes Organografi, p. 378, citiert in MOQUIN-TANDON, Eléments de tératologie végétale, 1841, p. 218 und in

1) Es ist wohl kaum nötig, an ČELAKOVSKÝ's wiederholte Untersuchungen der Übergangsbildungen von Samenanlagen und von Staubblättern in andere Blattformationen zu erinnern, welche so wertvolle Aufschlüsse über die morphologische Bedeutung beider Arten von Organen lieferten.

2) PENZIG führt unter *Melandryum* nichts ähnliches auf. Er macht aber auf einen Aufsatz von L. MARCHAND aufmerksam (Adansonia, 1863—1864, IV, p. 150 bis 171), in welchem dieser unter anderen Abnormitäten von *Melandryum album* eine Blüte am Ende eines Laubzweiges erwähnt, welche nur aus zehn Staubblättern bestand, ohne Kelch und Krone! — MARCHAND bespricht daselbst auch Verlaubung der Ovula und Sprossbildung an der freien centralen Placenta von *Anagallis*; der Fruchtknoten war dabei oft noch völlig geschlossen (vergl. die dem Aufsatze beigegebene Tafel VII).

PENZIG, Pflanzen-Teratologie, 1894, II, S. 412) sah „in gefüllten Blüten von *Hyacinthus orientalis* L. das Ovar geöffnet und auf den Placenten neben mehr oder weniger verbildeten Ovula vereinzelte Antheren inseriert“.

Genauer bekannt ist der andere Fall. G. BENTHAM teilte an M. T. MASTERS die abnormen Blüten der Myrtacee: *Baeckea diosmaefolia* mit, welche Letzterer dann beschrieb und abbildete (M. T. MASTERS, Note on the presence of stamens within the Ovarium of *Baeckea diosmaefolia* Rudge, in Journ. Linn. Soc. 1866, IX, p. 334, 335, Tab. VII — nahezu wörtlich wiederholt in desselben Verfassers Vegetable teratology, 1869, p. 183, 184, Fig. 98 in Holzschnitt). Dieser Fall hat, äusserlich betrachtet, viel mehr Ähnlichkeit mit dem uns vorliegenden. *Baeckea* hat einen zwei- bis dreifächerigen unterständigen Fruchtknoten mit centraler Placenta und einem Griffel. An den abnormen Blüten ist an Kelch, Krone, Androeceum und dem Äusseren des Gynaeceums durchaus nichts Abweichendes zu bemerken. Der Fruchtknoten aber ist einfächerig. Die Placenta ist meistens, die Ovula sind immer geschwunden; dagegen fanden sich an der Innenseite der Fruchtknotenwand — bei fehlender Placenta auch im Grunde — ziemlich zahlreiche Staubblätter. Eine Regel in der Anordnung derselben wurde nicht bemerkt. Sie waren teils vollkommen entwickelt mit wohl ausgebildetem Pollen, teils bestanden sie nur aus einem Stiele mit einer Anschwellung an der Spitze, ohne dass es zur Bildung von Fächern und von Pollen gekommen wäre. Sie blieben im Innern des Fruchtknotens eingeschlossen. — Dieser Fall übertrifft den unserigen von *Melandryum* noch. Offenbar sind die abnormen Staubblätter an den im Fruchtknoten herablaufenden Rändern der Fruchtblätter entstanden, ganz in derselben Weise, wie in dem letzterwähnten Fruchtknoten von *Melandryum* die Ovula an dem Kommissuralvorsprung. Aber das Ausserordentliche ist, dass bei *Baeckea* die eingeschlossenen Staubblätter ganz ausser Beziehung zum regelmässigen Aufbau der Blüte waren; bei *Melandryum* entsprachen sie trotz alles Abweichenden immerhin doch den beiden Staminalkreisen einer männlichen Blüte.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XXI.

Fig. 1. Horizontalschnitt durch eine weibliche Blüte von *Melandryum rubrum*, 15fache Vergrösserung, aber halbschematisch. Zu äusserst der Kelch mit fünf Median- und fünf Kommissuralbündeln. Ein Kelchblatt fällt nach oben. Dann folgen die fünf Kronblätter, deren Paracorolle angedeutet ist. Die Staubblätter fehlen. In der Wand des Fruchtknotens liegen fünf starke Mittel-, fünf starke Kommissuralbündel und 20 schwache Zwischen-

bündel. An den Kommissuren springen die Fruchtblätter nach innen in Form schmaler Leisten vor. In der centralen Placenta sieht man den fünfstrahligen Stern der Gefässbündel; zwei Strahlen desselben sind gegabelt. Die Bündel sind von derbem, zum Teil lufthaltigem Gewebe umgeben. Die äusserste Schicht der Placenta besteht aus zarten Zellen, welche sich in die Papillen des leitenden Zellgewebes verlängern (diese Papillen sind in der Figur des kleinen Massstabes wegen nicht gezeichnet). Jede der fünf Abteilungen der Placenta hat vier Reihen von Samenanlagen.

Fig. 2. Eins der kleineren Staubblätter aus einer normalen Blüte; 7,5 *mm* (die längeren 10 *mm*) lang. Anthere auf dem Rücken befestigt, introrս.

„ 3. Kommissuralvorsprung in eine abnorme Placenta umgewandelt; viel breiter als in der normalen Blüte; acht wohl entwickelte, schräg nach oben gewendete Samenanlagen tragend.

„ 4. Normale Samenanlage. Funiculus ziemlich lang; *r* die Rhaphe. Inneres Integument in Form einer Warze aus der Mikropyle des äusseren hervorragend.

„ 5. Vollkommen entwickeltes Staubblatt aus einem abnormen Fruchtknoten. Aus der linken Seite des aufgesprungenen Beutels sind Pollenkörner herausgetreten.

„ 6 und 7. Staubblätter aus einem abnormen Fruchtknoten vom Rücken und von der Bauchseite her gesehen. Antheren und Pollen sind nahezu fertig ausgebildet, die Filamente aber sind noch nicht gestreckt.

„ 8. Abnorme Blüte, aus fünf Fruchtblättern bestehend, also einen nahezu normalen Fruchtknoten bildend; auf der Oberfläche aber nicht kahl, sondern mit zerstreuten Haaren besetzt.

„ 9. Derselbe Fruchtknoten aufgeschlitzt und etwas ausgebreitet. Er enthält sieben wohlausgebildete Staubblätter.

„ 10. Abnorme Blüte, aus drei Kelchblättern und zwei Fruchtblättern gebildet. Über den beiden letzteren (links) zwei kurze (vermutlich aber wohl oben abgebrochene) Griffel. Rechts oben zwei Kelchzähne sichtbar.

„ 11. Abnorme Blüte, unten ganz calycoid, oben bis auf einen schmalen Längsstreifen (einem halben Blatte entsprechend) carpelloid. Fünf grosse, stark papillöse Griffel.

„ 12. Abnorme Blüte, aus vier Karpellen und einem Kelchblatt zusammengesetzt, mit drei Griffeln. Im Grunde des Fruchtknotens sechs wohlentwickelte Staubblätter, eins derselben aus zweien verwachsen.

„ 13. Abnorme Blüte, aus drei Kelchblättern und zwei Fruchtblättern gebildet. Die beiden Fruchtblätter sind durch die Kelchblätter von einander getrennt (eins der Fruchtblätter liegt auf der Rückseite des Präparats und ist daher in der Figur nicht sichtbar.) Zwei Griffel. Aus einer Längsspalte (rechts oben) zwischen einem Kelchblatte und einem Fruchtblatte treten die Spitzen zweier fertig ausgebildeten Staubbeutel hervor.

„ 14. Abnorme Blüte, ziemlich unregelmässig gebaut. Das in der Figur vorn liegende Fruchtblatt ist in seiner unteren Hälfte schmaler als oben. Drei sehr lange Griffel.

„ 15. Griffel aus einer normalen Blüte von der Innenseite her gesehen.

57. Marie Leschtsch: Über den Einfluss des Terpentinöls auf die Verwandlung der Eiweissstoffe in den Pflanzen.

Eingegangen am 12. August 1908.

Die Frage nach der Wirkung der Gifte und der anästhesierenden Mittel auf die Verwandlung der Eiweissstoffe in den Pflanzen ist von der Wissenschaft fast noch ganz unerörtert geblieben. PURIEWITSCH[1]), MORKOWIN[2]) und noch viele andere haben mit voller Evidenz erwiesen, dass die Gifte einen Einfluss auf den Stoffwechsel ausüben, dass sie die Lebensprozesse, die in den Pflanzen vor sich gehen, in dieser oder jener Weise verändern. ZALESKI[3]) hat gefunden, dass beim Lichtabschluss die Einwirkung des Äthers auf die Keimpflanzen eine starke Regeneration der Eiweissstoffe hervorruft. Schon diese eine Tatsache genügt, um sich von der Wichtigkeit der Untersuchung dieser Fragen zu überzeugen.

Bekanntlich enthalten die Pflanzen unter den Harzstoffen auch — wenngleich nicht in reiner Gestalt — Terpentinöl. Die Bedeutung der Harzstoffe besteht nach der Meinung mancher Gelehrten darin, dass sie die Pflanzen vor den verschiedenen ungünstigen äusseren Lebensbedingungen zu schützen vermögen. Es war interessant, die Bedeutung des Terpentinöls festzustellen.

Auf Vorschlag und unter Leitung des Herrn Prof. W. PALLADIN habe ich die Wirkung des Terpentinöls auf die Verwandlung der Eiweissstoffe untersucht.

Zum Gegenstand der ersten Versuche wurden Zwiebeln von *Allium Cepa* und *Allium ascalonicum* genommen, und zwar aus dem Grunde, weil in ihnen die Bildung der Eiweissstoffe unabhängig vom Wachstum vor sich geht. Die Versuche wurden auf folgende Weise gemacht: Die Zwiebeln wurden der Länge nach in acht, möglichst gleiche Teile zerschnitten, und ein jeder Teil wurde zu einer besonderen Portion gelegt. In jedem Versuch nahm ich neun bis zehn Zwiebeln und bekam somit acht Portionen zu je 70 bis 75 *g*; die eine von ihnen wurde sofort getrocknet (Kontrollportion I), die zweite unter eine mit einer abgeschliffenen Platte versehene Glasglocke ($7^1/_2$ *l*) gesetzt (Kontrollportion II), und die übrigen wurden ebenfalls unter Glasglocken und auf Kristallisationsschalen gebracht, aber

1) PURIEWITSCH, Zur Frage über Verwandlung der Stärke in der Pflanzenzelle. Kiew 1896. (Russisch).

2) MORKOWIN, Revue générale de botanique. 1899, 1901.

3) ZALESKI, diese Berichte 1900.

unter die Glasglocken kamen noch kleine Schalen mit einer bestimmten Menge Terpentinöl. Die Wände der Glasglocken wurden mit feuchtem Papier belegt. Alle zwei Tage wurden die Glasglocken gelüftet und das Terpentinöl gewechselt.

Die ersten Versuche müssen als ganz ergebnislos betrachtet werden; denn am zweiten, höchstens am dritten Tage starben die Zwiebeln ab; augenscheinlich ist das angewandte Quantum ($^1/_4$ bis $1^1/_2$ *ccm*) des Terpentinöls für die Zwiebeln verhängnisvoll geworden. Zugunsten dieser Vermutung spricht der Umstand, dass die Kontrollportion ein gesundes Aussehen bewahrte. Offenbar musste die Menge des Terpentinöls gemindert werden. Dies ist in den folgenden Versuchen geschehen.

In der verwundeten Zwiebel geht, wie dies namentlich HETTLINGER[1]) und ZALESKI[2]) nachgewiesen haben, eine ziemlich starke

Versuch I. 16. bis 22. Dezember.

		Die Menge der Trockensubstanz	N *g*	In Prozent der Trockensubstanz	Durchschnitt	In Prozent des Gesamt-N
Kontrollportion I	Gesamt-N	1,0039	0,0179393	1,786	1,757	
		1,036	0,0186060	1,728		
	Eiweiss-N	2,0308	0 0163636	0,805	0,839	
		2,1531	0,0188181	0,874		**47,75**
Kontrollportion II	Gesamt-N	1,1911	0,0253939	2,131	2,15	
		0,9484	0,0206666	2,179		
	Eiweiss-N	2,1192	0,0272727	1,286	1,28	
		2,0534	0,0261818	1,275		**59,53**
1 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	0,9945	0,0223030	2,242	2,218	
		1,1077	0,0243030	2,194		
	Eiweiss-N	1,9016	0,0282424	1,485	1,409	
		2,1248	0,0283535	1,334		**63,52**
2 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	1,1564	0,0263030	2,274	2,275	
		0,9138	0,0208080	2,277		
	Eiweiss-N	2,172	0,0291515	1,342	1,344	
		2.1114	0,0284242	1,346		**59,07**
3 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	0,8674	0,0192727	2,221	2,216	
		0,9405	0,0207878	2.210		
	Eiweiss-N	1,9634	0,0255151	1,299	1,269	
		2,0472	0,0253939	1,240		**57,26**

1) HETTLINGER, Revue générale de botanique. T. XII, p. 248.
2) ZALESKI, diese Berichte 1901.

Bildung der Eiweissstoffe vor sich. Aus den Versuchen I und II ist zu ersehen, wie infolge des Terpentinöls dieser durch die Verwundung hervorgerufene Prozess sich geändert hatte. Der Gesamtgehalt an Stickstoff wurde nach der Methode KJELDAHL, derjenige an Eiweissstoffen nach der Methode STUTZER bestimmt.

Beim Versuch I dauerte die Wirkung des Terpentinöls während des ganzen Versuchs. Beim Versuch II befand sich die Schale mit Terpentinöl lediglich vier Tage unter der Glasglocke, nach Ablauf derselben wurde sie herausgeholt.

Versuch II[1]. 16. bis 22. Dezember.

		Die Menge der Trocken-substanz	N g	In Prozent der Trocken-substanz	Durch-schnitt	In Prozent des Gesamt-N
1 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	1,1523	0,0224848	1.951	1,956	
		1,0812	0,0212121	1,961		
	Eiweiss-N	1,9217	0,2284848	1,188	1,179	
		2,3406	0,0273939	1,170		60,27
2 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	1,0725	0,0238181	2,220	2,210	
		1,1099	0,0244242	2.200		
	Eiweiss-N	2,057	0,0292727	1.423	1,422	
		2.5159	0,0357575	1,421		64.34
3 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	0,9173	0,0191515	2,087	2,101	
		1,0715	0,0226666	2,115		
	Eiweiss-N	1,9643	0,0226060	1,150	1,163	
		1,9965	0,0235151	1,177		55,35

In der verwundeten Zwiebel, in der die Bildung von Eiweissstoffen vor sich geht, wird dieser Prozess durch Hinzufügung kleiner Mengen Terpentinöls beschleunigt, während grössere Dosen auf ihn verzögernd wirken. Es war interessant festzustellen, was für Wirkungen das Terpentinöl auslöst, wenn man zum Versuche ruhende Zwiebeln nimmt. Zu diesem Behuf wurde der Versuch mit den Zwiebeln von *Allium ascalonicum* gemacht. Für jede Portion wurden 25 dem Gewichte nach gleiche Zwiebeln zurückgelegt, und die oberen abgestorbenen Schichten derselben wurden vorsichtig (um keine Verwundung herbeizuführen) abgenommen. Der Versuch wurde im übrigen ebenso wie in den vorigen Fällen gemacht. Er dauerte sechs Tage.

1) Die Kontrollportionen sind für Versuch I und II gemeinsam.

Versuch III. 10. bis 16. Januar.

		Die Menge der Trocken-substanz	N g	In Prozent der Trocken-substanz	Durch-schnitt	In Prozent des Gesamt-N
Kontroll-portion I	Gesamt-N	1,1685	0,0199999	1,711	1,716	
		0,8519	0,0146666	1,721		
	Eiweiss-N	2,3583	0 0197575	0,837	0,841	
		2,1979	0,0186060	0,846		**49,00**
Kontroll-portion II	Gesamt-N	1,2560	0,0242424	1,930	1,907	
		1,2254	0,0230909	1,884		
	Eiweiss-N	1,9135	0,0190303	0,994	0,991	
		1 9116	0,0189090	0,989		**51,96**
3 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	1,0039	0,0184838	1,841	1,843	
		1,0701	0,0197575	1,846		
	Eiweiss-N	2,2514	0,0216969	0,963		**52,25**
4 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	1,2384	0,0226060	1,825	1,818	
		1,0707	0,0193939	1,811		
	Eiweiss-N	2,0745	0,0193939	0,934	0,921	
		2,3563	0,0213939	0,907		**50,66**
6 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	1,4046	0,0261212	1,859	1,838	
		1,2672	0,0230303	1,817		
	Eiweiss-N	2,6080	0,0240606	0,922	0,937	
		2,1430	0,0204242	0,953		**50,97**
10 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	1,2396	0,0237119	1,912	1,935	
		1,4684	0,0287530	1,958		
	Eiweiss-N	2,0920	0,0215336	1,029	1,043	
		2,1453	0,0227161	1,058		**53,90**
12 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	1,2326	0,0234007	1,898	1,891	
		1,3408	0,0252678	1,884		
	Eiweiss-N	2,1246	0,0206623	0,972	0,966	
		3,0270	0,0194798	0,961		**51,08**

Es wirkt also das Terpentinöl auf die ruhende Zwiebel nicht ein. Die geringen Schwankungen des Eiweissstickstoffs kann man wohl auf die individuellen Verschiedenheiten der einzelnen Zwiebeln, worauf die keiner Gesetzmässigkeit unterworfenen Schwankungen des Gesamtstickstoffs hinweisen, und auf Versehen bei der Analyse, zurückführen.

BORODIN[1]) und E. SCHULZE[2]) hatten nachgewiesen, dass in den Keimpflanzen des Weizens beim Hungern derselben eine ziemlich rege Zersetzung der Eiweissstoffe vor sich geht. Wie wird dieser Prozess infolge der Einwirkung von Terpentinöl umgestaltet? Um diese Frage zu lösen, setzte ich unter verdunkelte Glasglocken in Gläser mit Wasser zehntägige etiolierte Keimpflanzen von *Triticum vulgare*.

Versuch IV. 16. bis 21. Januar.

		Die Menge der Trockensubstanz	N g	In Prozent der Trockensubstanz	Durchschnitt	In Prozent des Gesamt-N
Kontrollportion I	Gesamt-N	0,7819	0,0444242	5,681	5,699	
		0,7864	0,0449696	5,718		
	Eiweiss-N	1,1212	0,0415999	3,710	3,703	**64,97**
		1,7037	0,0629999	3,697		
Kontrollportion II	Gesamt-N	0,7105	0,0434545	6,116	6,120	
		0,8261	0,0506060	6,125		
	Eiweiss-N	1,6533	0,0421999	2,552	2,559	**41,81**
		1,5718	0,0403332	2,566		
2 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	1,0657	0,0672149	6,307	6,281	
		1,0594	0,0662813	6,256		
	Eiweiss-N	1,3921	0,0419875	3,016	2,967	**47,23**
		1,7382	0,0507223	2,918		
5 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	0,7626	0,0472993	6,202	6,176	
		0,8235	0,0506601	6,151		
	Eiweiss-N	1,5945	0,0483151	3,030	3,067	**49,65**
		1,4555	0,0451833	3,104		
8 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	0,9299	0,0509090	5,474	5,453	
		0,9243	0,0502244	5,433		
	Eiweiss-N	1,4367	0,0414736	2,886	2,964	**54,35**
		1,2723	0,0387108	3,042		
11 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	0,7969	0,0444365	5,575	5,575	
		0,8710	0,0486105	5,581		
	Eiweiss-N	1,3547	0,0505778	2,995	3,042	**54,56**
		1,2463	0,0385198	3,090		

Die Portionen mit 14 und 17 Tropfen waren abgestorben, die zweite vor der ersten. Bei diesem Versuche waren die Keimpflanzen,

1) BORODIN, Botanische Zeitung 1878, Nr. 51, 52.

2) E. SCHULZE, Landwirtschaftliche Versuchsstationen 1886, XXXIII, S. 118.

wenn man nach dem Quantum des Gesamtstickstoffs schliesst, nicht gut genug gewählt; der Versuch ist daher wiederholt worden. Beim folgenden Versuch wurden die Glasglocken täglich gelüftet und das Terpentinöl ebenfalls täglich gewechselt.

Versuch V. 19. bis 23. April.

		Die Menge der Trockensubstanz	N g	In Prozent der Trockensubstanz	Durchschnitt	In Prozent des Gesamt-N
Kontroll-portion I	Gesamt-N	0,8869	0,0513541	5,790	5,839	
		0,8799	0,5182283	5,889		
	Eiweiss-N	1,8893	0,7265620	3,845	3,811	
		1,9302	0,0729166	3,777		65,26
Kontroll-portion II	Gesamt-N	0,7695	0,0504687	6,558	6,553	
		0,7475	0,0489583	6,549		
	Eiweiss-N	1,0556	0,0317708	3,009	2,994	
		1,5558	0,0463541	2,979		45,68
2 Tropfen Terpentinöl	Gesamt-N	0,4911	0,0317187	6,458	6,430	
		0,4157	0,0266145	6,402		
	Eiweiss-N	1,1832	0,0382812	3,235	3,221	
		1,2229	0,0392187	3,207		50,09
4 Tropfen Terpentinöl	Gesamt N	0,4769	0,0303645	6,367	6,360	
		0,5197	0,0330208	6,353		
	Eiweiss-N	0,8762	0,0304687	3,477	3,521	
		1,0982	0.0391666	3,566		55,36

Unter dem Einfluss des Terpentinöls trat also eine bemerkbare Hemmung der Zersetzung der Eiweissstoffe ein.

Ist das Terpentinöl vielleicht ein Desinfektionsmittel, ein Mittel, das der Pflanze in ihrem Kampfe mit den ungünstigen Naturbedingungen zu Hilfe kommt?

Beim Versuch V waren die Keimpflanzen etwas jünger (der Weizen war am achten Tage vom Boden getrennt, die Länge der Keimpflanzen war 16 *cm*). Daraus lässt sich vielleicht erklären, dass die Keimpflanzen schon von sechs Tropfen kaum merkbar abzusterben begannen. Stärker haben die unter acht und zehn Tropfen gelitten.

Es ist zu bemerken, dass während des Versuches mit der Zwiebel der Turgor derselben stets bewahrt blieb. Das Wachstum wurde offenbar nicht gehemmt, denn die einzelnen Teile der Zwiebeln wuchsen weiter, und die Würzelchen wurden länger. Dasselbe liess

sich auch bei *Allium ascalonicum* wahrnehmen, auch hier wurden die Würzelchen bedeutend länger.

Sowohl die Zwiebeln als die Keimpflanzen des Weizens ertragen gut kleine Mengen von Terpentinöl, während grössere Dosen desselben den Tod der Zwiebeln und der Keimpflanzen verursachen.

St. Petersburg, Botan. Laboratorium der Frauenhochschule.

---

58. N. Nedokutschaeff: Über die Speicherung der Nitrate in den Pflanzen.

(Vorläufige Mitteilung).

Eingegangen am 28. August 1903.

Die Anwesenheit von Nitraten in einigen Pflanzen war schon längst bekannt, und viele Arbeiten beweisen die grosse Verbreitung der salpetersauren Salze im Pflanzenreiche. Diese Arbeiten lassen aber das Verhältnis unklar, welches zwischen dem Nitratgehalt des Aussenmediums und demjenigen in den Pflanzen besteht.

Doch kann man schon a priori voraussetzen, dass die grossen Schwankungen des Nitratgehaltes in den Pflanzen derselben Art von der Salpetermenge im Boden abhängen.

Der Zweck dieser Arbeit war, diese Verhältnisse quantitativ zu verfolgen.

Der Plan der Versuche war folgender: Die Keimlinge der typischen Salpeterpflanzen, wie *Helianthus annuus*, *Cucurbita Pepo*, *Phaseolus multiflorus* und *Zea Mays* wurden in KNOP'scher Lösung (mit wechselnden Mengen von Kaliumnitrat) in grossen Glasgefässen kultiviert. Nach Schluss jedes Versuchs wurden die Pflänzchen herausgenommen, die mangelhaft entwickelten beseitigt und die normal entwickelten nach dem Abtrocknen der Wurzel in drei Gruppen verteilt (eine Gruppe für Bestimmung der Trockensubstanz und zwei andere für Salpetersäurebestimmung) und gewogen, bei einer Temperatur von 60—70° C. getrocknet, dann zerkleinert und mit heissem Wasser extrahiert. In diesem Extrakt wurde die Salpetersäure nach TIEMANN's Methode bestimmt (nur *Helianthus*-Keimlinge wurden ohne vorläufiges Extrahieren direkt analysiert).

Die Resultate dieser Versuche sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Versuche mit Helianthus.

Konzentration des KNO_3 in der Nährlösung ‰	Frischgewicht eines Keimlings g	Nitratstickstoff in einem Keimlinge mg
0,005	1,6000	0,05
0,01	1,5110	0,09
0,05	1,5571	0,66
0,1	1,6154	1,08
0,5	1,9680	2,13
1	1,9784	2,26
2	1,5934	2,25

Versuche mit Cucurbito Pepo.

0,1	4,7492	0,65
1	7,2942	6,73
2	5,4353	5,50
5	4 9684	6.02

Versuche mit Phaseolus multiflorus.

0,1	10.4251	4,58
0,5	10,3421	4,30
1	9,3330	5,47

Versuche mit Zea Mays.

0 01	1,2879	0,08
0,1	1,4926	0,89
1	1,5641	1,37
2	1,1239	0,78

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass die Speicherung des Nitratstickstoffes je nach der Pflanzenspezies und der Konzentration der Nährlösung verschieden ist. Je mehr Salpeter die Nährlösung enthält, desto mehr Nitratstickstoff häuft sich in der Pflanze an — aber nur bis zu einer gewissen Grenze, nach deren Erreichung die gespeicherte Nitratmenge konstant bleibt. Diese Grenze ist auch verschieden für verschiedene Pflanzen.

Die Vergleichung der Konzentrationen des Nitratstickstoffs in der Nährstofflösung und in der Pflanze zeigt sehr grosse Unterschiede zwischen denselben, wie es aus der Tabelle ersichtlich ist:

Art der Pflanze	Konzentration des Nitratstickstoffs a) in der Nährlösung pCt.	Konzentration des Nitratstickstoffs b) in der Pflanze pCt.	Quotient a/b
Helianthus	0,0014	0,07	$^1/_{50}$
"	0,014	0,12	$^1/_9$
Cucurbita Pepo	0,0014	0,014	$^1/_{10}$
" "	0,07	0,14	$^1/_2$
Phaseolus multiflorus	0,0014	0,047	$^1/_{35}$
" "	0,007	0,048	$^1/_7$
Zea Mays	0,00014	0,009	$^1/_{65}$
" "	0,014	0,098	$^1/_7$

Der zweite Faktor, von welchem der Speicherungsgrad abhängt, ist die Art der Base, an welche die Salpetersäure gebunden ist. Aus den Lösungen verschiedener Nitrate speichern die Pflanzen ungleiche Mengen von Nitratstickstoff:

	Konzentration ‰	Nitratstickstoff in einem Keimlinge: *Helianthus* *mg*	*Cucurbita* *mg*	*Zea Mays* *mg*
KNO_3	0,5	1,81	2,12	1,19
$NaNO_3$	0,5	1,20	0,63	0,43
NH_4NO_3	0,5	—	0,66	—
NH_4NO_3	0,1	—	—	0,12
CaN_2O_6	0,1	—	0,42	0,13

Daraus folgt, dass Maximalspeicherung nur in Kalisalpeterlösung erreichbar ist; aber die Anhäufung anderer Nitrate wird gesteigert, wenn irgendwelche Kaliumsalze zugefügt werden. So z. B. speicherte ein Kürbiskeimling aus Lösungen von 0,5 ‰ $NaNO_3$ + 0,1 ‰ KCl oder 0,5 ‰ NH_4NO_3 + 0,5 ‰ KCl — 2,51 bezw. 2,31 *mg* Nitratstickstoff, aber aus einer Lösung von 0,5 ‰ NH_4NO_3 + 0,5 ‰ NaCl nur — 0,62 *mg*.

Die Maximalspeicherung kommt also nur bei Anwesenheit von Kalium in beliebiger Form zustande.

Die Ursachen der so ansehnlichen Nitratanhäufung sind bis jetzt noch nicht aufgeklärt. Die Meinung von BERTHELOT, dass die Pflanze selbst mit Hilfe eines Fermentes die Nitrate bildet, ist nicht bestätigt worden. Versuche mit Keimlingen, welche in salpeter- oder stickstofffreien Lösungen vegetierten, haben gezeigt, dass in keinem

einzigen Falle die Anwesenheit von Spuren der Salpetersäure zu konstatieren war.

Eine andere Meinung ist von STAHL ausgesprochen. Derselbe behauptete, dass die Speicherung von der Transpiration abhängt. Er hat nämlich beobachtet, dass die Nitrate nur in solchen Pflanzen sich anhäufen, welche grosse Mengen von Wasser verdunsten. Zur Kontrolle dieser Beobachtungen wurden folgende Versuche ausgeführt: Kürbiskeimlinge wurden unter den Glocken in wasserdampfgesättigter Atmosphäre erzogen, andere unter gewöhnlichen Aussenbedingungen kultiviert.

Die Analyse ergab, dass die ersten Keimlinge nur 3,65 *mg*, die zweiten aber bis 6,73 *mg* Nitratstickstoff enthielten.

Auch die etiolierten Pflanzen können nur geringere Mengen von Nitraten anhäufen, als die im Licht erzogenen:

Pflanze	Nitratstickstoff	
	im Licht *mg*	im Dunkeln *mg*
Cucurbita	6,73	5,40
Phaseolus	10,18	5,67
Zea Mays	1,37	0,93

Es folgt daraus, dass die Transpiration die Speicherung der Nitrate befördert.

Die weiteren Versuche hatten zu entscheiden, welche äusseren Bedingungen die Zersetzung der aufgespeicherten Nitrate beeinflussen. Diese Versuche wurden mit abgeschnittenen Blättern von *Sambucus nigra* oder mit Kürbiskeimlingen ausgeführt.

Im ersten Falle wurden die abgetrennten Blätter mit vorher bekanntem Nitratgehalt in destilliertem Wasser (im Licht, im Dunkeln und in der kohlensäurefreien Luft) aufgestellt und nach 4—5 Tagen analysiert.

Die Resultate sind auf folgender Tabelle zusammengestellt. In einem Blatt war gefunden Nitratstickstoff:

	Vor dem Versuche	Nach dem Versuche		
	mg	im Lichte *mg*	im Dunkeln *mg*	Ohne CO_2 *mg*
I. Versuch	0,76	0,30	—	—
II. Versuch	1,13	—	0,68	0,79

Im zweiten Falle wurden die Kürbiskeimlinge während einer Woche in der nitrathaltigen Lösung kultiviert (eine Portion im Licht, andere im Dunkel) und dann in die Nährlösung ohne Salpeter übertragen. Nach bestimmter Zeit wurden die beiden Portionen analysiert. Es wurden in einem Keimlinge Nitratstickstoff gefunden:

Versuch im Lichte		Versuch im Dunkeln	
aufgenommene Menge Salpeter-N *mg*	nach dem Versuche zurückgebliebene Menge Salpeter-N *mg*	aufgenommene Menge Salpeter-N *mg*	nach dem Versuche zurückgebliebene Menge Salpeter-N *mg*
6,725	0,435	6,782	5,493

In beiden Fällen war Salpeter für die Bildung organischer Stickstoffverbindungen verbraucht worden; aber diese Umwandlung war in beleuchteten Pflanzen immer grösser als in den verdunkelten. Andere ähnliche Versuche gaben dieselben Resultate.

Zum Schlusse erachte ich es als eine angenehme Pflicht, Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. PFEFFER, der mir Anregung zu den hier besprochenen Versuchen gab, meinen wärmsten Dank abzustatten.

Leipzig, Botanisches Institut.

59. M. Büsgen: Einige Wachstumsbeobachtungen aus den Tropen.

Mit Tafel XXII.

Eingegangen am 6. Oktober 1903.[1])

Im Zingiberaceenquartier des botanischen Gartens zu Buitenzorg werden einige Arten der Gattung *Costus* kultiviert, die im malayischen Archipel eine grosse Rolle spielt, obwohl die Mehrzahl ihrer Arten dem tropischen Amerika und Westafrika angehört. Eine dieser Pflanzen, auf der Etikette als *Costus* sp. bezeichnet, besass einige

1) Die vorliegende Mitteilung und die folgende von GEISENHEYNER wurden von den Herren Verfassern auf der Generalversammlung in Cassel vorgetragen.

Eigentümlichkeiten, über die ich hier berichten will. Ihre mehrere Zentimeter dicken oberirdischen Sprosse erreichten eine Höhe von etwa 3 *m* und bildeten ein ganz ansehnliches Gebüsch (Fig. 1). In der unteren Hälfte waren ihre Internodien ganz mit scheidenförmigen Niederblättern bedeckt, nach oben folgten Laubblätter mit kurzscheidigem Blattgrund und bis zu 30 *cm* langen und 16 *cm* breiten ovalen Spreiten. In der Nähe des endständigen, zapfenförmigen Blütenstandes traten wieder spreitenlose Blätter mit rückständigen Nektarien auf.

Ein charakteristisches Merkmal der Sprosse des in Rede stehenden *Costus* waren Auftreibungen etwas unterhalb des oberen Randes der Niederblätter. Sie umschliessen Hohlräume, die sich zwischen den Blattscheiden und der von ihnen bedeckten Sprossoberfläche dadurch bilden, dass die ersteren sich uhrglasartig von der letzteren abheben. An den untersten Niederblättern treten sie nur wenig hervor, weiter oben aber erscheinen sie als ganz ansehnliche Beulen. Bei den Messungen, die ich täglich ausführte, um die Wachstumsweise der jungen *Costus*-Sprosse kennen zu lernen, fand ich dieselben morgens in der Regel von oben bis unten mit Wasser benetzt, welches am oberen Rande der Scheidenblätter hervortrat und an den Sprossen herabfloss. Die Hohlräume unter den Auftreibungen waren dann so mit Wasser gefüllt, dass sich mit einer Kapillare mehr als ein 1 *ccm* aus ihnen entnehmen liess. Mit dem Steigen der Sonne liess das Überfliessen des Wassers nach. Wohl infolge der rascheren Verdunstung gelangte nur noch wenig über die Scheidenränder und trocknete dort ein. Die Sekretion erlischt, wenn die Niederblätter ein gewisses Alter erreicht haben und mit der Entfaltung der grossen Laubblätter die Transpiration sich hebt. Die Auftreibungen füllen sich dann nicht mehr und werden nicht selten von Ameisen besiedelt, die durch ein in die Blattscheide gebissenes Loch in den Hohlraum einziehen.

Eine auffallende Folge des Eintrocknens der sezernierten Flüssigkeit am Rande der Scheidenblätter ist das Auftreten weisser Linien auf der Sprossoberfläche (Fig. 2). Lässt man einige Kubikzentimeter des Sekretes in einem Uhrglase eintrocknen, so bleibt eine dünne durchsichtige Haut zurück, die neben wenig verbrennlicher Substanz vorwiegend aus Kieselsäure besteht. Dieselben Reaktionen zeigen die weissen Linien. Ihre genauere Betrachtung ergab, dass sie in anschaulichster Weise den Wachstumsgang der *Costus*-Internodien angeben. Wenn diese Internodien gleichmässig wüchsen, so dass ein jedes sich ganz allmählich aus der Blattscheide des nächst vorhergehenden herausschöbe, so würde bei dem Eintrocknen des Sekretes eine dünne, seine Oberfläche gleichmässig überziehende Kieselsäurehaut entstehen, die man wahrscheinlich überhaupt nicht wahrnehmen

könnte. Treten aber zeitweilige Wachstumspausen ein, so werden während eines jeden Stillstandes am Rande der Blattscheiden Kieselsäureanhäufungen sich bilden können, die sich in weisser Farbe von dem grünen Untergrunde abheben. So sind die weissen Linien entstanden. Sie lehren also, wie sich mit Tuschmarken leicht kontrollieren lässt, dass das Wachstum ruckweise vor sich geht und zwar so, dass in jeder Nacht eine Verlängerung der einzelnen Internodien um so viel erfolgt, wie die Distanz je zweier benachbarter Linien beträgt. Am Tage findet gar keins oder nur ein unbedeutendes Längenwachstum statt. Die Distanzen der Linien waren in einigen Fällen von oben nach unten gemessen in Millimetern die folgenden:

I. 0,5. 1,5, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4, 9, 6, 5, 3, 2, 2,5.

II. 1,5, 1,5, 2, 2, 2,5, 3, 4, 4,5, 4,5, 5, 5, 6, 6, 7, 6,5, 6,5, 6,5, 3,5, 1.

III. 2, 2, 2, 2, 2, 2,5, 4, 2,5, 4, 9, 5,5, 7, 7, 7, 8, 7, 6, 2.

Wie man sieht, sind die Distanzen anfangs gering. Sie steigen dann bis zu einem Maximum und fallen zuletzt wieder rasch ab. Es entspricht dies ganz der allgemeinen Regel, dass das Wachstum eines Pflanzenorgans langsam beginnt, dann allmählich ein Maximum erreicht und schliesslich ziemlich rasch wieder zurückgeht.

Nicht immer sind natürlich die weissen Linien mit gleicher Deutlichkeit ausgebildet, namentlich verwischen sie sich nicht selten gegen das Ende des Internodialwachstums hin. Immerhin war die Erscheinung so auffallend, dass wir die Pflanze, welche ihr Wachstum so genau selbst registrierte, *Costus registrator* nannten. Die definitive Benennung freilich muss Dr. VALETON vorbehalten bleiben, der die Gattung *Costus* eingehend studiert. Möglicherweise gehört unser *Costus* zu *Costus discolor*.

Das Gesamtwachstum der *Costus*-Sprosse war im Hinblick auf die früher von G. KRAUS an Bambusen gewonnenen Zahlen nicht besonders gross. Einer war vom 10. bis zum 25. November von 44 *cm* auf 125 *cm* herangewachsen, hatte also in ziemlich regelmässigem Fortschreiten 81 *cm* oder 5,4 *cm* im täglichen Durchschnitt zugenommen.

Am 11. Januar des nächsten Jahres war eine Länge von 183 *cm* erreicht und ein Dutzend Laubblätter entfaltet worden. Der tägliche Durchschnitt war in dieser Periode geringer, nur 3,3 *cm*. Bei einem zweiten Spross betrug die durchschnittliche tägliche Längenzunahme vom 10. bis 24. November 7,6 *cm*, vom 24. November bis 11. Januar, während 15 Laubblätter entfaltet wurden, 1,8 *cm*.

Bei der Beurteilung dieser Zahlen ist zu beachten, dass während der zweiten Periode eine längere Pause in den Messungen eintreten

musste, für ein regelmässiges Fortschreiten des Wachstums während dieser Zeit also keine Gewähr geleistet werden kann.

G. Kraus (Ann. jard. bot. Buitenzorg, t. 12, 1895, S. 196) fand bei einem *Dendrocalamus* mittlere tägliche Zuwachsleistungen von 19,9 bis 22,9 *cm*, also fast 1 *cm* in einer Stunde. Als maximale Leistungen gibt er 42, 47 und selbst 57 *cm* innerhalb 24 Stunden an. Als weiterer Beitrag zur Kenntnis der Wachstumserscheinungen in den Tropen seien noch einige ebenfalls in Buitenzorg an anderen Pflanzen gewonnene Zahlen mitgeteilt.

Bekannt ist die Geschwindigkeit, mit der manche tropische Holzpflanzen ihre jungen Sprosse entfalten. Der junge Zweig mit seinen Blättern wird aus den sich stark vergrössernden Knospen förmlich ausgeschüttet. Ich beobachtete dies an *Brownea grandiceps*. Die ruhenden Knospen dieses mächtigen Strauches sind kaum 1 *cm* lang. Wenn die Öffnungszeit herannaht, beginnen sie Honig abzuscheiden, der eine Menge von Ameisen anlockt. Eine solche von Ameisen besuchte Knospe war am 3. November 12 *cm* lang. An den drei nächsten Tagen hatte sie jedesmal nur wenige Millimeter zugenommen; am 10. November aber war sie 2,5 *cm* länger als am Vortage, am 12. November hatte sie um 3 *cm*, am 13. November sogar um 7 *cm* innerhalb 24 Stunden sich verlängert. Zwei Tage darauf, also am 15., hing ein 42 *cm* langer Spross zwischen den stark gewachsenen, von zahlreichen Ameisen belebten inneren Knospenschuppen herab. Das Frischgewicht einer kurz vor dem Ausschütten stehenden, bereits stark verlängerten Knospe betrug 12,3 *g*. Das Frischgewicht dreier, eben ausgeschütteter Sprosse 36,7, 46,3 und 46,4 *g*. Dass es sich hier nicht nur um Streckung unter Zunahme des Wassergehaltes handelt, zeigten einige Wägungen der Objekte in lufttrockenem Zustand. Die schon verlängerte Knospe wog lufttrocken 2,5 *g*, während die ausgeschütteten Sprosse 9,5 *g*, 9,7 *g* und 9,9 *g* ergaben.

Bei einigen Stämmen von *Albizzia moluccana* mass ich die Zunahme des Stammumfanges. Der wegen seines raschen Wachstums bekannte Baum wird vielfach in Kaffeeplantagen als Schattenspender benutzt. Er erreicht etwa ein Alter von 20 Jahren, ist aber dann gewöhnlich von Bockkäfern etc. so zerfressen, dass er bei seinem ohnedies sehr leichten und wenig widerstandsfähigem Holz bei erster Gelegenheit zugrunde geht. In jüngeren Jahren scheint er durch eine sehr unangenehm riechende Substanz gegen Tierfrass geschützt zu sein. Schon die Keimlinge, zumal deren Wurzeln, besitzen den Geruch.

Der Stammumfang eines etwa 5 *m* hohen Baumes betrug am 10. Oktober 49 *cm*, am 10. November 53 *cm*, am 15. Januar 60 *cm*, am 4. Februar beinahe 63 *cm*, am 18. Februar $64^1/_2$ *cm*. Der Baum

hatte also innerhalb wenig mehr als 4 Monaten 15 *cm* an Umfang oder $2^1/_2$ *cm* an Radius zugenommen. Bei der in dem stets feuchten Buitenzorg wohl berechtigten Annahme, dass eine entsprechende Stammzunahme wenigstens 8 Monate lang andauert, würde die enorme Jahresringbreite von 5 *cm* erreicht werden. Ein zweiter Stamm nahm vom 10. November bis 4. Februar von $48^2/_3$ auf fast 58 *cm* zu, also um ca. 10 *cm* oder pro Tag 0,116 *cm*; ein dritter vom 10. November bis 18. Februar von 25,5 *cm* auf 30 *cm*, also um 7,5 *cm* oder 0,07 *cm*. Die Messungen wurden mit Ausnahme der Zeit vom 11. Dezember bis 11. Januar fast täglich wiederholt und ergaben eine ziemlich gleichmässige Volumzunahme. Tägliche Volumschwankungen kommen bis zu 2 *mm* vor. Meist aber waren sie für mein Messband unmerklich, wie auch KRAUS (l. c. A. 12, 1896, S. 196) an tropischen Bäumen nur Bruchteile eines Millimeters betragende Schwellungsdifferenzen fand.

Bezüglich der Wassersekretion des *Costus „registrator“* ist noch nachzutragen, dass dieselbe auf der Innenseite der Blattscheiden vor sich geht. Schneidet man einen Längsstreifen aus der aufgetriebenen Blattstelle heraus, den man unten in Zusammenhang mit dem Blatte lässt, so kann man das Austreten der Flüssigkeit in kleinen regellos über die Innenfläche des Streifens verteilten Tröpfchen beobachten. Die Spaltöffnungen scheinen dabei nicht beteiligt zu sein, denn ich fand sie mit Luft erfüllt. Schneidet man ein viereckiges Fenster in eine Beule, so sieht man an dessen unterem Rande vom Parenchym aus die Sekretion erfolgen.

Die Bedeutung des ganzen Vorgangs ist jedenfalls dieselbe wie die der Wasserausscheidung bei unseren einheimischen Gewächsen. Wenn durch die Wurzelarbeit mehr Wasser in die Pflanze eintritt, als durch die Transpiration oder den Chemismus verbraucht wird, scheidet sie den Überschuss in flüssiger Form aus. Eigentümlich ist in unserem Falle nur die Aufspeicherung von einem Teile dieses Wassers in den Beulen.

Ohne nach einer ökologischen Erklärung um jeden Preis suchen zu wollen, darf man doch darauf hinweisen, dass auch in den feuchten Regionen der Tropen zeitweise eine starke Verdunstung stattfindet, die namentlich bei raschwüchsigen Pflanzen eine Wasserreserve nicht überflüssig erscheinen lässt. Die *Costus*-Niederblätter besitzen auch ein stark entwickeltes Wassergewebe (Fig. 3).

Es ist beiderseits in dicken Schichten der dünnen Platte chlorophyllhältiger Zellen aufgelagert, welche die Mitte der Blätter einnimmt. Zweifelhaft bleibt freilich, ob diese mächtigen Wasserspeicher nicht gelöste Stoffe enthalten, die sie in erster Linie als Schutz gegen Tierfrass wirksam sein lassen. Fig. 3 zeigt noch die Zartheit der Epidermisaussenwände auf der Blattinnenseite, welche

dem Austritt der zu sezernierenden Flüssigkeit kaum einen Widerstand bietet.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Habitusbild des *Costus „registrator"*. An den markierten Stellen sieht man auch auf der Photographie die weissen Linien.
„ 2. Einige Internodien des *Costus* weniger verkleinert.
„ 3. Querschnitt eines Niederblattes an der aufgetriebenen Stelle. Innenseite nach unten gekehrt.

60. L. Geisenheyner: Über einige Monstrositäten an Laubblättern.

Mit Tafel XXIII.

Eingegangen am 22. Oktober 1903.

1. An Deutzia crenata Sieb. und Zucc.

Im 9. Bande unserer Berichte (S. 266) bespricht W. JÄNNICKE eine Reihe von Bildungsabweichungen, die er in der Vegetationsperiode 1891 in Menge an einer Anzahl von Sträuchern verschiedener *Weigelia*-Arten des Frankfurter Gartens zu beobachten Gelegenheit gehabt hatte. Im Juni d. J. habe ich an einigen Exemplaren von *Deutzia crenata* ganz ähnliche monströse Bildungen gefunden und zwar in auffallender Menge, Bildungen, wie sie früher wenigstens zum Teil auch P. MAGNUS an dieser Pflanze gesehen hat.[1]) Aber bei meinen Pflanzen kommen ausserdem noch Formen vor, wie sie weder MAGNUS bei *Deutzia*, noch JÄNNICKE bei den Weigelien beobachtet hat und die mir einer Erwähnung wert zu sein scheinen.

Vorab will ich noch bemerken, dass die Umstände, die JÄNNICKE als Ursache für seine Missbildungen annimmt, abnorme Witterungsverhältnisse und feuchter, dumpfer Standort inmitten einer höheren Gehölzanpflanzung, hier kaum in Anspruch genommen werden können. Zur Zeit der Ausbildung der von mir beobachteten abnormen Bildungen waren die ersteren nicht abnorm, und inbezug auf den Standort bemerke ich, dass meine Beobachtungen besonders an zwei Sträuchern gemacht worden sind, deren einer ziemlich frei in meinem Gärtchen, der andere etwas mehr gedeckt in einem Nachbargarten steht, und dass in den Anlagen an der Pauluskirche ganz freistehende Exem-

1) Verhandlungen des bot. Vereins der Provinz Brandenburg, 1876, S. 75.

plare auch einzelne derartige Bildungen hervorgebracht hatten. Die beiden ersteren aber hatten im Vorjahre durch Frost gelitten und wenig altes Holz, so dass die Ursache der Verbildung wohl eher in einem Überschuss der Triebkraft zu suchen sein dürfte, der den vegetativen Teilen zugute gekommen ist. Geblüht haben beide Sträucher in diesem Sommer nicht.

Der von JÄNNICKE dargelegte Zusammenhang zwischen dem Auftreten von dreizähligen Blattwirteln und gespaltenen resp. verwachsenen Blättern ist auch bei meinen Pflanzen ersichtlich gewesen: Bei mehreren Achselsprossen trat statt der opponierten Blattstellung die Wirtelstellung auf, und mehrfach fand sich beim Übergange aus der einen in die andere ein dreizähliger Wirtel, in dem sich zwei Blätter noch nicht vollständig getrennt hatten. Derartige Wirtel finden sich aber auch beim Zurückgehen in die Normalstellung. An einem Zweigstücke zeigt sich diese unregelmässige Wirtelbildung sowohl beim Verlassen der normalen Blattstellung als auch beim Wiederzurückgehen in dieselbe. Bei einem anderen Triebe löst sich an einem dreizähligen, sehr ungleichblättrigen Wirtel nur ein sehr kleines Blatt los, die beiden anderen, gleichfalls ungleich grossen, sind aber noch verwachsen. Der nächste Knoten trägt nur zwei, aber verwachsene Blätter, und der letzte nur ein einzelnes, mit dem dann der ganze Spross abschliesst.

Häufiger noch habe ich das Auftreten zweispitziger Blätter bei dem Übergange aus der gegenständigen in die abwechselnde Stellung gefunden; ebenso kommt es beim Wiederverlassen der letzteren vor, wofür ich viele Belegstücke besitze. JÄNNICKE gibt endlich noch an, dass er auch wohl derartig abnorm gebildete Blätter beobachtet habe, die nicht als Übergangsstufe aus einer in die andere Blattstellung angesehen werden könnten, da diese oberhalb und unterhalb gleich sei; er fasst das als einen Ansatz zur Änderung auf, deren Unterbleiben auf Rechnung äusserer Einflüsse zu stellen sei. Derartige Vorkommen habe auch ich gefunden, aber stets nur bei Haupttrieben mit regelmässig gegenständig stehenden Blattpaaren. Ausnahmslos war aber dann die Achse an der betreffenden Stelle geknickt und von dem auf ihre eine Seite zusammengedrängten und zusammengewachsenen Blattpaaren abgebogen, eine Erscheinung, die JÄNNICKE bei den Weigelien nicht vorgekommen zu sein scheint.

Decken sich bis hierher meine Beobachtungen so ziemlich mit denen an den Weigeliensträuchern, so kommt doch bei den Deutzien noch eine Reihe anderer hinzu, die sich besonders auf die Endigung der Axillartriebe und auf anders geartete Verwachsungen beziehen.

Eine Reihe meiner Fundstücke weicht zunächst insofern von der naturgemässen Ausbildung des Triebes ab, als sie nach dem Achsenende zu nicht Blätter von geringerer Grösse tragen, sondern

hier geradezu vergrösserte hervorbringen, und dass diese oft durch Verwachsung ganz besonders gross erscheinen. In den meisten dieser Fälle vereinigen sich zwei zu einem, dann zweispitzigen Endblatte mit breitem, rinnenförmigen, fast scheidenartigen Stiele. Sind die beiden vereinigten Blätter nicht, wie es meist der Fall ist, auf dieselbe Seite der Achse gedrängt, so verwachsen sie auch wohl am Grunde zu einer mehr oder weniger tiefen Düte, eine Bildung, auf die ich weiter unten etwas näher eingehen werde. In einem Falle sind die beiden letzten zweizähligen Wirtel derart genähert und auf dieselbe Seite geschoben, dass alle 4 Blätter verwachsen konnten, wodurch sich ein grosses vierspitziges Endblatt ausgebildet hat. (Fig. 1). Allen diesen Bildungen ist nun das gemein, dass die Endknospe fehlt, das Blatt also mit dem Spross selbst endigt. Es scheint mir, um mich des Ausdrucks von Fr. Buchenau zu bedienen[1]), auch hier der Fall vorzuliegen, „dass die Gewebspartie, aus der sie hätte gebildet werden können, mit dem ganzen Achsenscheitel bei der Bildung der Endblätter aufgebraucht worden ist.“

Ferner habe ich eine Anzahl von Blattpaaren gefunden, die mit den einander zugekehrten Mittelrippen oder gar mit Gewebepartien der Spreitenoberfläche aufeinander gewachsen sind. Derartige Bildungen scheinen nicht gerade häufig vorzukommen, sind wenigstens in der Literatur selten erwähnt. Ausser der Arbeit von Buchenau, in der er ein vierflügeliges Tabaks- und ein ebensolches Hortensienblatt bespricht, ist mir nur bekannt, dass Kronfeld zwei mit dem Mittelnerv zusammengewachsene Blättchen von *Robinia Pseudacacia* erwähnt.[2]) Ich selber habe in diesem Jahre an *Viscum album* ausser einer Reihe anderer Abnormitäten auch eine solche Verwachsung zweier Blätter an ihrer Oberfläche gefunden, worüber ich an anderer Stelle zu berichten gedenke

Was nun die von mir an *Deutzia* gefundenen Oberflächenverwachsungen anbetrifft, so sind sie ziemlich verschiedenartig. In dem einen Falle sind die beiden mit ihrer Oberseite einander zugekehrten Blätter bis zu $^2/_3$ Länge in der Mittelrippe vereinigt, so dass eine Art von vierflügeligem Blatte, wie es Buchenau nannte, entstanden ist, dessen Flächen im frischem Zustande ziemlich weit von einander abstanden.

Interessanter scheint mir ein grosses Endstück eines Haupttriebes, der an seinem zweiten Knoten gegenüber dem auf eine Seite gedrängten und mit den Stielen verwachsenen Blattpaare knickig gebogen ist. Er trägt hier einen dem Blatt gegenüberstehenden

1) „Doppelspreitige Laubblätter“ in Verhandlungen der Deutschen botanischen Gesellschaft, Band VI. S. 179.

2) Sitzungsber. der k. k. Bot. Ges. in Wien. 2. Nov. 1887.

Achselspross mit zwei Paar normalen und ein Paar am Grunde stark nach oben gewölbten Blättern, deren Spreite sich im ersten Drittel stark nach unten zusammenzieht. Das nächste Blattpaar ist auf die gegenüberliegende Seite gedrängt und liegt so nahe auf einander, dass eine Verwachsung bis auf $^1/_3$ Blattlänge stattgefunden hat, nicht aber auf der Mittelrippe, sondern frei auf der Fläche. An der zusammengewachsenen Stelle ist nur ein dünnes, parenchymloses, fensterartiges Häutchen zu erkennen. Unterhalb desselben verlängern sich beide Blätter zu einem schmalen, über die Anheftungsstelle des Blattstieles frei herabhängenden, schwanzartigen Anhängsel.

Ein drittes Stück zeigt fast dieselbe Bildung, doch geht die Verwachsung nur bis etwa $^1/_4$ Blattlänge. Auch hier verlängert sich der verwachsene Blattgrund zu einem deutlich verdoppelten Flügel, der jedoch nicht frei herabhängt, sondern dem Triebe angewachsen ist.

Während sich nun die übrigen Blätter dieses Zweigstückes fast normal in der Form und regelrecht in der Stellung zeigen, entwickelt das erstbesprochene dem verwachsenen Blatte gegenüber noch einen kurzen Trieb, der mit einem einzelnen Blatte von total abweichender Gestalt endigt: seine Spreite ist nämlich über der Basis flach kappenförmig zusammengezogen. Eine gleiche Bildung findet sich bei einem anderen Stücke, das unten scheinbar einen dreizähligen Wirtel trägt. In Wahrheit ist das eine Blatt jedoch etwas tiefer inseriert, und aus seiner Achsel entspringt ein langgestieltes, kappenförmiges Blatt. Ein drittes derartiges, aber noch vollkommener ausgebildetes Blatt steht gleichfalls an der Spitze eines kurzen Achseltriebes; an seinem Grunde hat es eine tiefe Düte ausgebildet. Die letzten drei Blätter von kappen- oder dütenförmiger Gestalt sind aber in bezug auf ihren Ursprung von den vorher schon erwähnten Trichterbildungen sehr verschieden, denn sie verdanken ihre Gestalt den Verwachsungen der Teile eines und desselben Blattes, während jene aus der Vereinigung zweier Blätter hervorgegangen sind. Das führt mich nun auf eine andere Beobachtung, die ich im Laufe dieses Sommers vielfach zu machen Gelegenheit gehabt habe und zwar

2. An Magnolia yulan Desf.

In unseren Anlagen stehen einige Exemplare dieser schönen Pflanze, zwei von etwa 4 *m* Höhe und noch sieben Stück kleine, die erst im Vorjahre angepflanzt worden sind. Im Juli fand ich an dem einen der grösseren Bäume ein grosses dütenförmiges Blatt, und genaueres Absuchen förderte noch einige zu Tage. In grosser Menge und von der verschiedensten Gestalt und Grösse lieferte sie die andere Pflanze und in geringer Menge auch eine der kleinen. Da ich nun nicht gut denken kann, dass ich diese eigentümlichen Blatt-

formen hätte übersehen können, weil ich, seit Jahren auf Blattmonstrositäten fahndend, auch diese Pflanzen mit ihren schönen grossen Blättern oft genug daraufhin angesehen habe, so möchte ich annehmen, dass dieser Sommer gerade für ihre Ausbildung besonders günstig gewesen ist, wenn ich auch nicht zu sagen weiss, welchen besonderen Verhältnissen sie gerade ihre Entstehung verdanken. Vor ganz kurzer Zeit entdeckte ich noch zwei grosse Magnolien in einem Privatgarten (Sanitätsrat Dr. Hessel) und fand auch hier an der einen zahlreiche solche abnorme Blattbildungen. Im ganzen habe ich gegen 90 Stück gesammelt, und eine ganze Anzahl ist noch in mir nicht erreichbarer Höhe vorhanden.[1])

Dütenblätter von ganz ähnlicher Form habe ich früher schon an Rosen (*R. centifolia* und *R. trachyphylla*) und *Ampelopsis quinquefolia* gefunden, wo sie entweder statt eines der Blättchen ausgebildet sind oder ein überzähliges darstellen, auch an *Deutzia* ohne die oben besprochenen, sowie an *Spinacia* und *Chenopodium*, in solcher Menge sind sie mir aber noch nicht vorgekommen. In der Literatur finde ich bei Kickx eine Erwähnung dieser Bildung, der 1863 in einer Abhandlung über solche Dütenbildungen überhaupt auch die *Magnolia yulan* aufführt.[2]) Neu ist meine Beobachtung also nicht, aber dennoch glaube ich eine Veröffentlichung derselben nicht unterlassen zu sollen, da das ziemlich plötzliche Auftreten der doch sonst nicht gerade häufigen Abnormität und zwar in so grosser Menge und Vielgestaltigkeit immerhin von einem gewissen Interesse sein dürfte.

Auffallend ist dabei zunächst ihre Grössenverschiedenheit. Die normalen Blätter von *Magnolia yulan* erreichen im Mittel eine Länge von 12 *cm*. Eine solche Spreitenlänge findet sich bei den Dütenblättern nie; die grössten sind 6—8 *cm*, die meisten zwischen 3 und 6 *cm* laug, und kleinere, selbst von nur 1 *cm* Länge sind keine Seltenheit. Ebenso verschieden wie ihre Grösse ist die Form der Düte; am häufigsten hat sie die Gestalt eines ziemlich spitzen Hohlkegels mit schiefem Saume. Ist der Spitzenwinkel grösser, dann wird der Saum meist schiefer, so dass bisweilen nur eine ganz kurze und weite Düte vorhanden ist, die am Grunde eines etwas verkürzten Blattes sitzt. In diesem Falle kann sie sehr leicht übersehen werden. Oft ist auch der Winkel sehr spitz, weitet sich aber plötzlich ganz bedeutend. Darin stimmen alle überein, dass die

---

1) Nach der Rückkehr von Cassel habe ich noch einmal Nachlese gehalten und bei Dr. Hessel noch 15 Stück, an den kleinen Sträuchern in den Anlagen 12 Stück, dazu bei einem hiesigen Gärtner (Neuhoff) noch 10 Stück gefunden, so dass ich zusammen über 120 Stück besitze. Auch in Cassel sah ich auf dem Wilhelmshöher Platz eine kleine Pflanze mit zwei Düten.

2) Notice sur les ascidies tératologiques in Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 2. série, Tom. XVI, No. 12.

Kegelspitze stark runzelig ist, oft so stark, dass die Spreitenteile mehr oder weniger sackförmig zwischen den Nerven heraustreten. Der Blattspitze gegenüber zeigt der Dütenrand meist einen scharfen, oft spitzen Winkel, nur in seltenen Fällen verläuft er ganz glatt.

Noch eine sehr auffallende Übereinstimmung zeigen diese Dütenblätter fast ausnahmslos, nämlich eine sehr bedeutende Verlängerung des Stieles. Während er beim normal flachen Blatte höchstens 1,5 *cm* lang ist, kommt er bei ihnen bis zu 5 *cm* Länge vor. Am auffallendsten springt dieser sehr grosse Unterschied in die Augen, wenn man seine Länge mit der der Spreite vergleicht. Beim flachen Blatte erreicht er etwa $^1/_8$ Spreitenlänge, hier kommt er ihr meist gleich oder übertrifft sie, oft sogar sehr bedeutend. An kleinen, sehr spitzen und langgezogenen Düten finden sich die längsten Stiele, an einer ist er fünfmal so lang (Stiel 4,8 *cm*, Düte 0,9 *cm*); die kürzesten Stiele kommen bei sehr schiefkegelförmigen vor, deren verlängerter Teil dann fast flach ist. Diese Eigentümlichkeit erscheint mir nun um so bemerkenswerter, als sie auch den von mir beobachteten Dütenblättchen bei *Rosa* und *Ampelopsis* eigen ist; auch die obenerwähnten monophyllen Düten von *Deutzia* sind weit länger gestielt als die typische Form. Ich kann das unmöglich für einen Zufall halten, sondern bin überzeugt, dass es mit der Entstehung dieser Monstrosität im Zusammenhange steht.

LENEČEK,[1]) der derartige Linden- und Ulmenblätter beobachtet hat, ist bei den letzteren diese Eigentümlichkeit auch aufgefallen; er bemerkte, „dass der Stiel je nach dem Grade der Verwachsung verschieden lang ist.“ Sein Versuch, dies dadurch zu erklären, „dass bei den stark verwachsenen (napf- oder dütenförmigen) Blättern die Blattspreite schmäler ist, daher weniger Masse besitzt, der Stiel sich demnach auf Kosten der Blattspreite verlängert“, ist mir nicht recht verständlich, da ich mir eine starke Verwachsung zur Dütenform bei derselben Stiellänge denken kann, wie sie das normale Blatt hat oder wie sie ein ganz flach kappenförmiges zeigt. Denn verwachsen die Blattränder nur am Grunde auf eine kurze Strecke, so gibt es, besonders bei Blättern mit ei- oder herzförmigem Grunde ein sogenanntes kappen- oder auch ein kapuzenförmiges Blatt, wie es bei *Corylus* nicht selten zu finden ist; bei spitzgrundigen aber, und besonders wenn die Vereinigung der Blattränder eine weit hinaufgehende ist, muss ein spitzer Trichter, das napf- oder das dütenförmige Blatt, entstehen. In keinem Falle scheint mir aber ein zwingender Grund zur Verschmälerung der Spreite vorhanden zu

1) „Über schildförmige und dütenförmig verwachsene Lindenblätter“ und „Über Folia cucullata bei Ulmen“ in „Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines an der Universität Wien“. Jahrgang I und II.

sein, und eine Stielverlängerung brauchte doch, da die Trichterspitze stets an der Spreitenbasis gedacht werden kann, auch nicht einzutreten. Bei den dütenförmigen Lindenblättern, deren ich einige der Freundlichkeit LENEČEK's verdanke, ist das auch gar nicht der Fall, dagegen fast durchgängig, wie oben bereits gesagt, bei den zahlreichen von mir gefundenen Magnolienblättern.

Bei der genauen Durchsuchung der verschiedenen Bäume und Sträucher waren mir auch einzelne Blätter mit einer anderen Abnormität aufgefallen, die ich zuerst als keiner weiteren Beachtung wert fortgeworfen habe. Später gefundene zeigten aber die Ausbildung der Unregelmässigkeit in höherem Grade und fesselten mein Interesse mehr und mehr, und gerade sie sind es, die mir den Gedanken nahe gelegt haben, dass die Entstehung der Dütenblätter auch wohl noch in anderer Weise vor sich gehen könnte, als bisher angenommen worden ist. Die bisherige Annahme einer Verwachsung der Blattränder liegt ja sehr nahe, besonders bei solchen, wo sie in der Knospenlage genau übereinander liegen, wie z. B. bei der Linde. Auch bei der Magnolie haben sie diese Lage, und einigemale habe ich sehr junge, kaum der Knospe entwachsene gefunden, deren Ränder am unteren Teile fest zusammengeklebt waren und bei deren oberem freien Stück die auffallende Runzelung zu sehen war, die alle Düten so deutlich am Grunde zeigen. Ob aber jemals eine wirkliche Verwachsung bereits in der Knospe beobachtet worden ist, darüber ist mir Nichts bekannt.

Die eben erwähnte Abnormität besteht nun darin, dass sich die Spreite an einer Stelle auf beiden Blatthälften aufbauscht, so dass oberseits zwei nebeneinander liegende Erhöhungen entstehen, denen unterseits zwei mehr oder weniger flache Vertiefungen entsprechen. Bei einigen Blättern waren diese Blattbeulen über der Mittelrippe eine Strecke zusammengewachsen, wodurch oberhalb der Verwachsungsstelle eine spitze Vertiefung entstanden war. Je weiter nun die Verwachsung vor sich geht, desto mehr wird diese trichterförmig; reicht sie bis an die Blattränder, dann haben wir am Ende des Blattes die Dütenbildung, unter derselben noch ein Stück ebener Blattfläche. Fassen wir diese als Flügel auf, so haben wir den verlängerten, in seinem oberen Teile geflügelten Blattstiel. Tritt nun eine derartige Verwachsung in sehr früher Zeit ein, so könnte sich nach meiner Meinung damit eine Reduktion des unteren Spreitenstückes verbinden und das langgestielte Dütenblatt wäre fertig. Dabei ist es auch klar, dass dann die Düte um so kleiner werden muss, je weiter sie nach der Blattspitze hin gedrängt ist, und dass die Länge des Stieles in demselben Verhältnis zunehmen muss.

Das scheint auf den ersten Blick eine etwas wunderliche Phantasie, aber auffallender Weise wird diese meine Auffassung durch weitere

einschlägige Funde gestützt. Herr Dr. M. KÖRNICKE in Bonn hatte die Freundlichkeit, der Beantwortung einer diesen Gegenstand betreffenden Frage auch eine Anzahl solcher Dütenbildungen aus dem Poppelsdorfer Garten beizufügen, um zu zeigen, dass die Erscheinung nicht nur in Kreuznach aufgetreten ist. Es waren Blätter einer sehr luxuriös wachsenden Magnolienkreuzung (*Magnolia yulan* × *purpurea* var. *Lenneana*), wie er ähnliche auch schon im Jahre vorher beobachtet hatte. Darunter fand ich zu meiner Freude eines, das genau so gebildet ist, wie ich mir das Extrem der von mir gefundenen Bildungen gedacht hatte, denn es hat im oberen Drittel einen vollkommen ausgebildeten, tiefen Trichter (Fig. 7). Und ein anderes, das ich früher schon hier gefunden hatte (Fig. 8), stellt eine Zwischenstufe dar auf dem Wege der gänzlichen Reduktion zum blossen Blattstiele; es zeigt oben eine Düte von 6 *cm* Länge, die von einem ebenso langen Stiele getragen wird, der oben einen 5 *cm* langen und 7 *mm* breiten Flügelrand besitzt und offenbar das untere verschmälerte Spreitenstück darstellt. Deutlich zeigt seine Oberseite die Merkmale der Blattoberseite, und deutlich geht diese in die innere Oberfläche der Düte über, deren Aussenseite ja die Blattunterseite zeigt.

Wenn ich nun auch nicht so weit gehe, zu behaupten, dass die Dütenbildung nur auf die eben geschilderte Weise zustande komme, so bin ich doch überzeugt, dass die Natur auch diesen Weg einschlägt bei der Ausbildung dieser so eigentümlichen Blattform.

Ausser diesen monophyllen Blütenblättern kommen übrigens an der Magnolie auch diphylle Trichterbildungen vor, die durch das Vorhandensein zweier Mittelrippen sehr deutlich gekennzeichnet sind. Bei den ersteren steht der Mittelrippe kein stärkerer Nerv gegenüber und keiner geht in den der Blattspitze entgegengesetzten Winkel hinein, sondern die beiden unteren Sekundärnerven schliessen, parallel laufend, das mittlere Spreitenstück ein. Bisweilen ist der eine etwas stärker, scheint auch wohl bei nicht sehr genauer Betrachtung der Mittelrippe gegenüber zu stehen, aber in der Nähe des Randes löst er sich in feine Verästelungen auf und bildet keine Blattspitze. Sobald eine solche deutlich ausgebildet ist, besteht die Trichterbildung aus der Verwachsung von zwei Blättern. Zwei derartige liegen mir vor. Bei der einen ist der Trichter nur kurz (2 *cm*), und sein Saum besteht aus zwei kurzen (2 *cm*) Blattspitzen; im zweiten ist der eigentliche Trichter auch nur kurz (1,5 *cm*), und die beiden ihn bildenden Blätter sind von sehr unregelmässiger Gestalt. Den normalen sehr ungleich, ragen sie als zwei lange, flache Lappen 5,5 und 6,5 *cm* über ihn hinaus. Auch in diesen beiden Fällen ist, wie oben bei *Deutzia* erwähnt wurde, im Innern der Endteil des Triebes und die Endknospe unterdrückt.

3. Gabelung der Mittelrippe bei Hedera helix L.

Wenn wie oben an *Deutzia* gezeigt, wie von JÄNNICKE an *Weigelia* nachgewiesen wurde und in vielen anderen Fällen deutlich ersichtlich, eine Zweispitzigkeit des Blattes durch eine seitliche Verwachsung mehrerer entsteht, so gibt es doch auch nicht wenig Fälle, bei denen diese Ursache ganz ausgeschlossen erscheint.

Es ist ja bekannt, dass die Spitzengabelung besonders häufig bei Farnpflanzen vorkommt, und dass bei ihnen oft nicht nur die Spitze des ganzen Blattes verdoppelt ist, sondern auch die der einzelnen Abschnitte. SADEBECK[1]) stellte zuerst eine Liste europäischer Farne auf, bei denen diese abnorme Spitzenbildung beobachtet worden ist; ich[2]) konnte derselben noch eine Anzahl von acht verschiedenen Arten hinzufügen. Neuerdings hat RICH. SCHMIDT[3]) die Zahl wieder um drei Arten vermehrt, und ausserdem sind mir zurzeit noch nicht publizierte Funde von P. BAESECKE bekannt, so dass diese Bildung nur noch bei einer verschwindend kleinen Zahl unserer Farne nicht gefunden worden ist. Nachdem sich die Aufmerksamkeit der Floristen erst einmal dieser Form zugewandt hatte, findet man sie überall, besonders da die Zahl der Pteridophytenfreunde in letzter Zeit erheblich gewachsen ist, an vielen Stellen in unvermuteter Menge, wofür wohl die WIRTGEN'schen Exsiccaten[4]) den besten Beweis liefern. Nun sucht man sich bekanntlich bei den Farnen das häufige Auftreten der Gabelung nach dem Vorgange von POTONIÉ[5]) dadurch zu erklären, dass sie als atavistischer Rückschlag aufgefasst wird. Und da eine Menge triftiger Gründe es durchaus wahrscheinlich macht, dass die dichotome Form des Aufbaues beim Farnwedel wohl die ursprüngliche gewesen ist, so erscheint die Erklärung auch vollständig ungezwungen.

Aber Spitzengabelungen treten auch spontan an Blättern höherer Pflanzen auf, von deren Vorfahren wir in dieser Beziehung keine Kunde haben, ja, von denen wir auch kaum vermuten können, dass gabelige Achsenverzweigungen überhaupt bei ihnen Regel gewesen wären. Ich habe in den letzten Jahren solchen Bildungen etwas mehr Aufmerksamkeit geschenkt und gefunden, dass sie gar nicht selten vorkommen, so dass ich in der Lage wäre, eine längere Liste solcher Arten aufzustellen, bei denen sich gelegentlich das eine oder andere Blatt nicht mit einer Spitze begnügt. Ich habe auch Pflanzen gefunden, Krautpflanzen, bei denen unter der beschränkten

---

1) Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch. XII, S. 345 ff.

2) Ebenda XVI, S. (65).

3) Sitzungsber. der Naturforschenden Gesellsch. in Leipzig vom 15. Januar 1901.

4) F. WIRTGEN, Pteridophyta exsiccata, Lieferung I—VII.

5) H. POTONIÉ, Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie. Berlin 1897, S. 110.

Anzahl von Blättern, die sie überhaupt produzieren, sogar mehrere gegabelt sind, z. B. eine *Valeriana officinalis* und einige Exemplare von *Betonica officinalis*. Ich habe aber auch Holzgewächse beobachtet, bei denen alljährlich Spitzengabelungen wiederkehren, das interessanteste Beispiel davon in meinem Garten an einem Efeustock.

An einer Mauer stehen, nur durch eine Laube getrennt, zwei Pflanzen verschiedener Herkunft. Der ältere Stock blüht seit Jahren; ich erinnere mich nicht, jemals ein Gabelblatt an ihm bemerkt zu haben, bis er in diesem Frühjahr einen verbänderten Zweig mit einer ganzen Anzahl lieferte, die aber sichtlich durch Verwachsung entstanden sind, hier also nicht in Betracht kommen. Der andere, etwa vor 20 Jahren gesetzt und fünf bis sechs Jahre jünger, hat es noch nicht zum Blühen gebracht, aber seit Jahren hat er meine Aufmerksamkeit durch die ganz ausserordentliche Vielgestaltigkeit seiner Blätter in Anspruch genommen. Ab und zu fanden sich auch Blätter mit zwei Spitzen. Da diese Doppelspitze eine Folge der Gabelung der Mittelrippe ist, so hängt das Aussehen eines solchen Blattes hauptsächlich davon ab, an welcher Stelle sie eintritt und ob die beiden Äste gleiche oder ungleiche Länge haben. Ist das erst kurz vor ihrem Ende der Fall, so können die beiden Spitzen nur kurz sein; sie liegen nahe an einander, und die Gestalt des Blattes erleidet keine wesentliche Änderung. Je tiefer die Gabelung aber stattfindet, ein um so fremdartigeres Aussehen erhält das Blatt. Bei einigen erfolgt die Teilung schon unmittelbar am Grunde, und bei zweien meiner Blätter gabelt sich der eine Ast sogar noch einmal. Bisweilen ist der Spitzenteil des Blattes zwischen der Nervengabel nur wenig, manchmal gar nicht ausgeschnitten, wodurch das Blatt an der Spitze mehr oder weniger abgestumpft erscheint[1]). Alle diese

1) Ich muss hier noch Blätter von einer eigentümlichen Form erwähnen, die, obwohl zweispitzig, dennoch nicht zu den Gabelblättern gehören. Sie sind häufig und fallen sofort dadurch auf, dass ihre Breite die Länge oft bedeutend (bis 4 : 1) übertrifft. Ihr sicheres Kennzeichen ist eine Verkürzung der Mittelrippe, wodurch in den meisten Fällen die beiden oberen Seitenlappen den Eindruck zweier, durch eine grosse, stumpfe Bucht getrennter Blattspitzen machen. Oft erreicht die Mittelrippe ihr plötzliches Ende erst innerhalb des Endlappens, so dass dieser mehr oder weniger ausgebildet ist. Statt seiner Spitze findet sich aber stets ein zuletzt spitzer Einschnitt mit bogigen Rändern. Diese sind bis zum Scheitelpunkte ihres Winkels normal, zeigen keine Spur von Frass; ebenso ist an der sie begleitenden Aderung kein Defekt zu erkennen, was aber wohl am Ende der Mittelrippe der Fall ist. Sie biegt sich nach der Unterseite zu und hört dann plötzlich mit einer braunen Narbe auf. Welcher Art der Eingriff ist, der diese Verkrümmung hervorruft, darüber habe ich noch kein Urteil gewinnen können, nur scheint mir Frass ausgeschlossen zu sein, weil in allen Fällen immer nur die eine ganz kleine Stelle angegriffen sein würde, ohne dass die Nachbargegend des Randes auch nur im geringsten in Mitleidenschaft gezogen ist.

Formen traten seit Jahren an diesem Stocke auf, in den letzten Jahren in auffallender Weise häufig. Im Sommer 1902 bemerkte ich an einigen Trieben je zwei Gabelblätter, teilweise unmittelbar hintereinander, teilweise an entfernteren Knoten entspringend. Im laufenden Jahre hat sich diese Eigentümlichkeit noch mehr ausgebildet, so dass ausser vielen Trieben mit je zwei Gabelblättern auch solche mit dreien und vieren vorhanden sind. Zum Beweise, wie häufig diese sind, möge Folgendes dienen. Abgesehen von dem Vorkommen vereinzelter, deren Menge nicht kontrolliert worden ist, habe ich dem Stock entnommen:

21	Triebe	mit	je	2	Gabelblättern
4	„	„	„	3	„
3	„	„	„	4	„

Die vollkommenste diesbezügliche Ausbildung zeigt aber der in in Fig. 9 abgebildete Zweig, bei dem 7 Stück aufeinander folgen[1]).

Wie ist nun diese gewiss auffallende Erscheinung zu erklären? Äussere Einflüsse scheinen mir völlig ausgeschlossen, da der Stock noch dieselben Existenzbedingungen hat wie zu Anfang, denselben schattigen Standort auf magerem Boden, dieselbe Nachbarschaft einiger Weinstöcke, denselben Mangel an jeglicher Pflege. Eine Veranlassung, üppiger zu werden, liegt sicherlich nicht vor. Und dass zweispitzige Blätter dem Stock von grösserem Nutzen sein könnten als normale, so dass er streben könnte, sich solche nach und nach in grösserer Zahl auszubilden, das ist doch auch undenkbar. Ich suche es mir in folgender Weise zu erklären:

Es ist ja bekannt, dass dem Efeu der Trieb innewohnt, seine Blattform vielfach zu verändern, eine Neigung, die sich schon darin kundgibt, dass er seine Jugendblätter so sehr verschieden von denen der blühenden Pflanze ausbildet. Aber auch die Blätter der noch nicht blühenden Stöcke, ja sogar der nicht blühenden Triebe derselben Pflanze sind äusserst vielgestaltig in bezug auf Grösse, Zahl und Gestalt der Lappen, auf die Tiefe der Einschnitte, die Form des Grundes usw. Bei meinem Stock scheint nun dieser Trieb so stark zu sein, dass er die ererbten Grenzen der Polymorphie, die ich in der Beschränkung auf eine ungerade Zahl von Lappen erblicke, durchbricht und durch Ausbildung zweier Spitzen unter Wahrung der Symmetrie zur Paarlappigkeit hindurchdringt. Eine solche kommt ja bisweilen auch dadurch zustande, dass die eine oder andere Verzweigung des Mittelnerven oberhalb des mittleren Lappenpaares

1) Dass bei ihnen eine Art Kurve vorhanden ist, indem die Tiefe der Teilung und die Grösse der Spitzen erst zu, dann wieder abnimmt, war mir zuerst entgangen, darauf wurde ich erst durch einige Herren nach dem Vortrage aufmerksam gemacht.

stärker und länger ausfällt als ihr Gegenüber und sich dann um diese noch auf einer Seite ein einzelner Lappen unterhalb der Spitze ausbildet. Dadurch wird zwar die Lappenzahl gerade, aber die schöne Gleichform ist zerstört, und damit ist die Gabelung der Mittelrippe mit Spitzenausbildung nicht zu verwechseln. Diese ist auch immer schon weit vorher dadurch angezeigt, dass sich die Gefässe in zwei Bündel sondern, die bis zur Trennungsstelle deutlich parallel nebeneinander herlaufen. Darum ist auch stets der Trennungswinkel ein viel kleinerer als bei der Verzweigung.

Der Trieb, solche echte Gabelblätter auszubilden, scheint sich nun bei meinem Stock mit der Zeit seiner Wirksamkeit mehr und mehr zu festigen und zu erstarken; ich möchte dies auch daraus schliessen, dass zwei Pflanzen, die aus Stecklingen von ihm stammen, dieselbe Neigung zeigen und es schon zur Ausbildung von je zwei resp. drei Gabelblättern an einem Triebe gebracht haben. Wie es nun aber kommt, dass in dieser Pflanze ein solcher Trieb entstehen und sich weiterbilden kann, ja, darüber bin ich ebenso unklar, wie man es über das plötzliche Auftreten ganz neuer Merkmale bei den DE VRIES-schen Mutationen ist.

Ob die Ausbildung von Gabelblättern noch weitere Fortschritte machen wird, darauf bin ich allerdings sehr gespannt; möglich, dass die starke Beraubung, die ich an der Pflanze vorgenommen habe, ungünstig einwirken könnte. Doch hoffe ich, dass mir die beiden abgezweigten Stöcke noch weiteres Beobachtungsmaterial liefern werden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Stück eines Sprosses von *Deutzia crenata* mit einem aus vier einzelnen Blättern verwachsenen Endblatte.

„ 2. Endstück eines Zweiges von *Magnolia yulan* Desf. mit einem Dütenblatt.

„ 3—6. Verschieden geformte Dütenblätter von *Magnolia yulan*.

„ 7. Blatt von *Magnolia yulan* × *purpurea* var. *Lenneana* mit Dütenbildung an der Spitze.

„ 8. Blatt von *Magnolia yulan* mit Dütenbildung an der Spitze und Flügelbildung am Blattstiel.

„ 9. Zweigstück von *Hedera helix* mit 7 Gabelblättern.

„ 10 und 11. Echte Gabelblätter von *Hedera helix*.

„ 12 und 13. Unechte, durch Verkürzung der Mittelrippe entstandene Gabelblätter von *Hedera helix*.

61. Ernst Küster: Über experimentell erzeugte Intumeszenzen.

(Vorläufige Mitteilung.)

Eingegangen am 20. Oktober 1903.

Die pathologischen Auswüchse an Stengeln und Blättern vieler Pflanzen, die als Intumeszenzen bezeichnet werden, sind von SORAUER und anderen Autoren — auch in diesen Berichten — schon wiederholt beschrieben und abgebildet worden, so dass hier nur kurz auf die für sie charakteristischen Merkmale eingegangen zu werden braucht.[1])

Die Intumeszenzen sind Wucherungen der Epidermis oder des Grundgewebes von meist geringer Ausdehnung, die durch starke Vergrösserung der einzelnen Zellen zustande kommen (Hypertrophie) — oft bei völligem Ausschluss aller Zellteilungsvorgänge. Sie bestehen aus meist langgestreckten, schlauchförmigen, dünnwandigen Zellen, die nur wenig Plasma und reichlichen Zellsaft enthalten; sind chlorophyllführende Zellen an der Bildung der Intumeszenzen beteiligt, so geht bei der hypertrophischen Veränderung ihr Chlorophyllgehalt wenigstens teilweise verloren. Alle bisher angestellten Versuche haben ergeben, dass die Intumeszenzen unter der Einwirkung feuchter Luft entstehen: hierin sowie hinsichtlich der genannten histologischen Charaktere gleichen sie den in wasserdampfreicher Atmosphäre entstehenden Lentizellenwucherungen, sowie den Rindenauftreibungen („Oedem") von *Ribes* u. a. Ich habe sie daher a. a. O. gleich diesen als hyperhydrische Gewebe bezeichnet und gemeinsam mit ihnen zur Besprechung gebracht.

Die nachfolgenden Mitteilungen sollen sich im wesentlichen nur auf eine Pflanze — *Populus tremula* — beziehen, an der sich nach meinen Beobachtungen Intumeszenzen ausserordentlich leicht und in überraschender Reichlichkeit erzielen lassen. Dass die Zitterpappel an ihren Blättern Intumeszenzen zu entwickeln vermag, ist meines Wissens bisher noch nicht beobachtet worden;[2]) ein besonderes

1) Eine Zusammenstellung der wichtigsten Literatur habe ich vor einiger Zeit in meiner Pathologischen Pflanzenanatomie (1903, S. 83ff.) gegeben. Da seitdem keine wesentlichen neuen Mitteilungen über die Intumeszenzen veröffentlicht worden sind, habe ich der a. a. O. gegebenen Literaturübersicht nichts neues hinzuzufügen.

2) Ein kurzer Hinweis bei KÜSTER: Cecidiologische Notizen II: Zwei einheimische Milbengallen etc. Flora 1903, Bd. 92, S. 380.

Interesse mag die Pflanze deswegen verdienen, weil ihre Blätter zur experimentellen Untersuchung der Intumeszenzen ein in mehrfacher Hinsicht sehr geeignetes Material abgeben. Meine Untersuchungen über das Verhalten der Zitterpappelblätter und ihre pathologischen Veränderungen sind durchaus noch nicht abgeschlossen und sollen noch mindestens während einer Vegetationsperiode fortgesetzt werden; die nachfolgenden Zeilen sollen daher nur als vorläufige Mitteilung über einige der bisherigen Ergebnisse dienen. —

Zur Methode. Histologisches. — Will man die Blätter von *Populus tremula* zur Bildung von Intumeszenzen anregen, so genügt folgendes einfache Verfahren: Man fülle flache Schalen — z. B. Petrischalen — mit gewöhnlichem Leitungswasser, KNOP'scher Nährlösung oder mit Glukoselösung (1 bis 3 pCt.) und lasse isolierte Blätter der Zitterpappel oder irgend welche Blattstücke auf der Flüssigkeit schwimmen. Bedeckt man die Schalen, so dass sich die Objekte in hinreichend feuchter Luft befinden, so entwickeln sich oft schon vor Ablauf der ersten Woche die ersten Intumeszenzen, gleichviel, ob die Blätter mit ihrer morphologischen Ober- oder Unterseite dem Wasserspiegel aufliegen. In günstigen Fällen können die Intumeszenzen stattlich heranwachsen und noch nach Monaten am Leben sein.

Weitaus die meisten der bisher untersuchten Intumeszenzen sind entwicklungsgeschichtlich auf das Grundgewebe zurückzuführen, — verhältnismässig wenige auf die Epidermis. Die Intumeszenzen von *Populus tremula* gehören zu den Grundgewebeprodukten. Schon bei makroskopischer Untersuchung üppig entwickelter Intumeszenzen kann man leicht wahrnehmen, dass die Zellen des Grundgewebes, des Mesophylls, sich strecken und die Epidermis hochheben. In der Nachbarschaft der stärkeren Nerven und am Rand der in den Schalen schwimmenden Spreitenstücke sind die Intumeszenzen oft so zahlreich und so dicht nebeneinander zu finden, dass sie untereinander verschmelzen und weissliche, ringsum abgetrennte Epidermisfetzen auf sich tragen.

Übrigens verhalten sich nicht alle an der Intumeszenzbildung beteiligten Mesophyllzellen völlig gleich; die meisten wachsen vorwiegend in die Länge und nur verhältnismässig wenig in die Breite, andere verbreitern sich ausserordentlich stark, schwellen zu dicken Blasen an und unterscheiden sich somit sehr auffällig von ihren schlanken Nachbarzellen. Wunderliche Formen kommen gelegentlich zustande, wenn die Zellen in ihrem unteren Teil, mit dem sie zwischen die anderen Zellen eingekeilt sind, schlank bleiben und oben an ihrer freien Spitze zu einer kugligen Blase von erstaunlichem Umfang anschwellen.

Die Zitterpappel gehört zu denjenigen Gewächsen, die trotz des

ausgesprochen bifazialen Baues ihrer Blattspreiten auf beiden Seiten der Blätter Intumeszenzen hervorbringen; in unseren Schalen finden wir Blätter und Blattstücke mit ober- und unterseitigen Gewebewucherungen. Auf der Oberseite der Blätter entstehen meist sehr viele, aber kleine Intumeszenzen, die dem erkrankten Blatt weissliche oder graugrüne Farbe geben; auf der Blattoberseite entstehen meist sehr grosse Intumeszenzen von festem Bau und sattgrüner Farbe, die sich der Epidermis oft völlig entledigen und somit das pathologisch veränderte Blatt stellenweise gänzlich hautlos erscheinen lassen.

Die mikroskopische Untersuchung der *Populus*-Intumeszenzen lehrt nichts neues. Wir finden bei ihnen die bekannten histologischen Merkmale, von welchen oben die Rede war, in gewohnter Weise wieder. Da die Wucherungen auf den Pappelblättern oft sehr üppig ausfallen, kann es nicht überraschen, bei der mikroskopischen Untersuchung meist mehrere Schichten des Mesophylls an der Bildung der Intumeszenzen beteiligt zu finden; garnicht selten ist sogar der Fall, dass sämtliche Zellenlagen verändert, alle Zellen in lange Schläuche umgewandelt werden und das Blatt daher stellenweise in seiner ganzen Dicke zu einer mächtigen Intumeszenz angeschwollen erscheint. — Besonders hervorzuheben ist noch, dass alle von mir experimentell erzeugten Intumeszenzen lediglich durch hypertrophische Veränderungen der einzelnen Zellen zustande gekommen waren, die Schläuche also stets unseptiert blieben; die in der Natur von mir beobachteten Intumeszenzen der Zitterpappel[1]) waren stets sehr zellenreich: Die Mesophyllzellen hatten sich stark gestreckt und geteilt.[2])

Einfluss äusserer Bedingungen auf die Bildung der Intumeszenzen. — Der Einfluss der äusseren Bedingungen auf die Bildung der Intumeszenzen ist von ELIZABETH DALE neuerdings einer eingehenden Untersuchung unterzogen worden.[3]) An *Hibiscus vitifolius*, dessen Blätter sich leicht zur Bildung von Intumeszenzen bringen lassen, wurde festgestellt, dass ausser der Einwirkung feuchter Luft, deren Einfluss bereits bekannt war, noch Belichtung — weisses Licht, gelbe oder rote Strahlen — unerlässlich sind; im Dunkeln, im grünen oder blauen Licht bilden sich an *Hibiscus vitifolius* nach DALE keine Intumeszenzen. Die Prüfung des Einflusses äusserer

1) Vergl. Cecidiologische Notizen II a. a. O.

2) Die Bedingungen, welche bei der Entstehung vielzelliger Intumeszenzen wirksam sind, konnten bisher nicht ermittelt werden und sollen später noch eingehender untersucht werden. Vielleicht sind Transpirationsverhältnisse mit im Spiele.

3) Investigations on the abnormal outgrowths or intumescences on *Hibiscus vitifolius* Linn. Philos. Transact. R. Soc. London, Ser. B. 1901, Vol. 194, S. 163.

Faktoren auf die Pappelblätter führte bisher zu folgenden Ergebnissen:

Einfluss des Lichtes. Einige der mit *Populus*-Blättern beschickten Petrischalen wurden in den Dunkelschrank gestellt, andere an das Fenster eines nach Norden gelegenen Laboratoriumzimmers verbracht. Auch an den verdunkelten Kulturen entstanden zahlreiche Intumeszenzen. Die Blätter von *Populus tremula* verhalten sich also anders als die von *Hibiscus vitifolius*; das Ergebnis, zu welchem DALE mit dieser Pflanze kam, hat also keine allgemeine Gültigkeit für die Intumeszenzen insgesamt. Es sei darauf hingewiesen, dass auch hyperhydrische Gewebe anderer Art (Lenticellenwucherungen) bei Ausschluss von Licht gebildet werden. Durch künftige Untersuchungen wird zu entscheiden sein, ob der Ernährungszustand des Blattes bei der Bildung von Intumeszenzen im Dunkeln von massgebender Bedeutung ist.

Die Lichtkulturen, auf die ich bisher Bezug genommen habe, waren, wie gesagt, an einem Nordfenster — also bei mässig intensiver Belichtung und bei Ausschluss direkter Besonnung — zur Entwicklung gekommen. Eine Reihe weiterer mit *Populus*-Blättern gefüllter Petrischalen war an einem sonnigen Platz im *Victoria regia*-Haus aufgestellt, noch andere an das Fenster eines nach Süden gelegenen Laboratoriumraumes gestellt worden. Auch in diesen Kulturen waren Intumeszenzen gebildet worden, aber nur an der physikalisch unteren, also an der Schattenseite. Während bei den am Nordfenster belassenen Blättern die (physikalisch) obere Seite des Blattes — gleichviel ob dieses mit seiner morphologischen Ober- oder mit der Unterseite auf der Flüssigkeit auflag — besonders reichlich Intumeszenzen entwickelt hatte, sehen wir diejenigen Blätter, die allzu intensiver Belichtung ausgesetzt sind, ihre Intumeszenzen ausschliesslich auf der dem Wasser aufliegenden Seite ausbilden, so dass diese unmittelbar in die Flüssigkeit hinein wachsen.

Die hier geschilderten Versuche ergeben, dass bei den Blättern von *Populus tremula* Belichtung nicht erforderlich ist zur Bildung von Intumeszenzen, dass vielmehr bei allzu intensiver Belichtung die Bildung der Intumeszenzen ausbleibt. Dass bei Versuchen und Ergebnissen der letzteren Art eine spezifische Wirkungsweise des Lichtes vorläge, halte ich für unwahrscheinlich; viel mehr dürfte die Annahme für sich haben, dass bei der intensiven Belichtung selbst in den verschlossenen Petrischalen den Blättern und Blattstücken eine verhältnismässig kräftige Transpiration möglich war und infolgedessen keine Intumeszenzen auf der transpirierenden Seite gebildet werden konnten. — In einer einzigen Kultur habe ich bisher bei starker Belichtung auf der Lichtseite einiger Blattstückchen vereinzelte Intumeszenzen entstehen sehen;

diese unterschieden sich von allen übrigen durch ihre kräftig rote Farbe; sie ähnelten nicht wenig den Rasen des von Milben (*Phyllocoptes populi*) erzeugten „*Erineum populinum*", das ebenfalls durch seine dunkle, schmutzigrote Färbung auffällt.

Einfluss des Wassers. — Aus den soeben gegebenen Mitteilungen geht bereits hervor, dass an den Blattspreiten der Zitterpappel beiderseits Intumeszenzen entstehen können, sowohl an der trockenen als auch an der benetzten Seite. — Im allgemeinen — schwache Belichtung vorausgesetzt — fallen die Intumeszenzen auf der trockenen Seite wohl reichlicher aus als auf der benetzten, namentlich wenn die (morphologische) Unterseite des Blattes nach oben zu liegen kommt. Die zuletzt geschilderten Fälle zeigen aber, dass unter bestimmten Bedingungen auch die benetzte Seite die bevorzugte und zur Intumeszenzenbildung ausschliesslich befähigte werden kann. Jedenfalls lehren alle angestellten Versuche, dass bei den Blättern der Zitterpappel Berührung mit tropfbar flüssigem Wasser die Bildung der Intumeszenzen nicht ausschliesst. — Weder aus der vorliegenden Literatur, noch von eigenen Beobachtungen her war mir bisher ein Fall bekannt, in welchem sich Intumeszenzen an dauernd benetzten Pflanzenteilen gebildet hätten,[1]) die Blätter von *Populus tremula* sind das erste Beispiel hierfür. Es sei dabei in Erinnerung gebracht, dass auch hyperhydrische Gewebe anderer Art (Lenticellenwucherungen vieler Pflanzen) an benetzten Pflanzenteilen entstehen können.[2])

Einfluss der histologischen Struktur der Pappelblätter. — Bei ihren Experimenten an *Hibiscus* kam DALE zu dem Resultat, dass enge Beziehungen zwischen Spaltöffnungen und Intumeszenzen bestehen: Die Bildung der letzteren geht von den Schliesszellen aus. Auch bei anderen Pflanzen mit bifazial gebauten Blättern scheint die Unterseite der Blätter günstigere Bedingungen für die Entstehung der Intumeszenzen zu bieten als die spaltöffnungsfreie Oberseite; ob dabei immer die Stomata selbst eine ausschlaggebende Rolle spielen wie bei *Hibiscus* oder wie bei den „Perldrüsen" von *Ampelopsis*, muss im einzelnen noch festgestellt werden. Schon a. a. O. habe ich hervorgehoben, dass die Beziehungen zu den Spaltöffnungen unmöglich allen Intumeszenzen insgesamt zukommen (Beispiel: *Ficus*); das wird auch durch die neuen Erfahrungen an *Populus* bestätigt, deren

1) Vergl. Pathol. Pflanzenanatomie, S. 87.

2) Auch die Kartoffelknollen gehören nach den Untersuchungen von OLUFSEN (Untersuchungen über Wundperidermbildung an Kartoffelknollen, Beih. z. Bot. Centralbl. 1903, Bd. XV, S. 269) zu den Objekten, welche auch unter Wasser hyperhydrische Gewebe (Lenticellenwucherungen) entwickeln. Die von mir seinerzeit geprüften Rassen liessen auch bei mehrwöchentlichem Aufenthalt an den submersen Teilen keine Wucherungen zustande kommen.

Blätter auch an der spaltöffnungsfreien Oberseite – bei bestimmten Bedingungen sogar nur an dieser — Intumeszenzen entwickeln.

Einfluss chemischer Stoffe. — Dass durch künstliche Zufuhr von Nähr- und Giftstoffen die Bildung der Intumeszenzen beeinflusst werden kann, erscheint nach den bisher vorliegenden Versuchen sehr wahrscheinlich. Eingehend behandeln wollen wir die hier sich anschliessenden Fragen erst in der ausführlichen Abhandlung. Hier mögen nur die Beziehungen der Intumeszenzen zu Gallen kurze Erwähnung finden. Die Zitterpappel ist bekanntlich Trägerin zahlreicher Gallen, darunter verschiedener blattbürtiger Formen. Es liegt die Frage nahe, ob die bei der Gallenbildung affizierten Teile der Blattspreite sich bei der Produktion abnormalen Gewebes sich ebenso verhalten wie die gallenfreien Teile. Der oftgenannte Fall der wurzelschlagenden Nematusgallen liess es als möglich erscheinen, dass die vom Gallenreiz beeinflussten Teile hinsichtlich der Gewebebildung ähnlich wie bei der Organbildung sich anders verhielten als die nicht beeinflussten, unveränderten Teile. Ich habe bisher nur die blattbürtigen Gallen von *Harmandia tremulae* und *H. globuli* untersucht — beide erzeugen auf den Blattspreiten von *Populus tremula* kugel- bis eiförmige oder kurz walzenförmige Gallen, die dem Blatt auf der Oberseite aufsitzen. Legt man die mit Gallen behafteten Blätter in die Petrischalen, so sieht man nach 8 bis 14 Tagen ausserordentlich üppige Intumeszenzen kranzartig an der Basis der Galle entstehen; auch an der Blattunterseite, an welcher der Eingangsporus zum Galleninneren sichtbar ist, wuchert das Gewebe mächtig vor, und selbst in einer Entfernung von mehreren Millimetern sprossen auf den Nerven Intumeszenzen von ungewöhnlicher Fülle hervor (letzteres bisher nur bei *Harmandia globuli*). Sowohl an der Luft als auch an der benetzten Seite des gallentragenden Blattes entstehen die Intumeszenzen, sie werden mehrere Millimeter hoch, zeichnen sich durch ausserordentlich dichte Gewebetextur aus und sind schneeweiss; sie sind bei weitem die grössten Intumeszenzen, die bisher beschrieben worden sind, sie übertreffen die grössten Intumeszenzen der gallenfreien Pappelblätter ganz beträchtlich. Die grössten Zellen, die ich bisher in den Intumeszenzen fand *(Harmandia tremulae)*, waren über 0,6 *mm* lang, die Dicke der stärksten Stellen betrug 3 bis 4 *mm*. Ob die auffallende Förderung der Intumeszenzen eine Wirkung des Gallengiftes ist oder eine Folge der mit der Gallenbildung verbundenen Nährstoffanhäufung muss zunächst noch unentschieden bleiben. — Bemerkenswert ist, dass die Intumeszenzen, soweit meine bisherigen Erfahrungen reichen, immer nur an der Basis der Gallen und in der Nachbarschaft ihres Eingangsporus entstehen, während der Hauptteil der Galle frei von Intumeszenzen bleibt — auch bei dem halbsucculenten Produkt der *Harmandia tremulae*. —

Zum Schluss dieser vorläufigen Notiz möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass auch an den isolierten Blättern anderer Gewächse sich auf dieselbe Weise wie bei *Populus tremula* Intumeszenzen erzielen lassen. Zahlreiche Pflanzen wurden bereits daraufhin geprüft, die meisten allerdings bisher mit negativem Resultat. Blätter von *Vitis* und *Epilobium hirsutum* — für beide sind Intumeszenzen bereits bekannt — bildeten unter den bisher ihnen gebotenen Bedingungen in der Petrischale keine Intumeszenzen. Versuche mit anderen *Populus*-Arten (*P. pyramidalis*, *P. candicans*) ergaben bisher ebenfalls nur negative Resultate. Am reichlichsten sah ich Intumeszenzen an den Blättern von *Eucalyptus globulus* entstehen. — Auf den Einfluss der äusseren Bedingungen auf die Intumeszenzenbildung bei diesen und bei anderen Gewächsen wird später zurückzukommen sein.

Ergebnisse.

An isolierten Blättern von *Populus tremula*, *Eucalyptus globulus* u. a. lassen sich durch geeignete äussere Bedingungen Intumeszenzen hervorrufen.

Bei *Populus tremula* entstehen die Intumeszenzen an Blättern oder Blattstücken, die man auf Wasser oder auf Nährlösungen schwimmen lässt, sie entstehen auf der Ober- und Unterseite des Blattes, auf der trockenen und auf der benetzten Seite, im Dunkeln wie im Licht. Allzu intensives Licht hemmt die Intumeszenzenbildung — wahrscheinlich infolge der geförderten Transpiration.

Besonders kräftige Intumeszenzen auf Blättern von *Populus tremula* wurden in nächster Nachbarschaft der Blattgallen (*Harmandia tremulae* und *H. globuli*) beobachtet.

Halle a. S., Botanisches Institut der Universität.

---

62. Georg Bitter: Fertilitätsnachweis einer vermeintlich sterilen, rein weiblichen Sippe der Salvia pratensis: „var. apetala hort.“

Mit Tafel XXIV.

Eingegangen am 22. Oktober 1903.

In der teratologischen Literatur werden zwei eigenartige Formen der Wiesensalbei (*Salvia pratensis*) erwähnt, die in ihren vegetativen Teilen nicht von dem gewöhnlichen, allbekannten Typus abweichen, in ihren Blütenverhältnissen aber sich in sehr merkwürdiger Weise

von dem Schema der in dieser Hinsicht, mit wenigen Ausnahmen[1]), besonders gleichmässigen Riesengattung *Salvia* entfernen.

Die erste dieser beiden Sippen ist meines Wissens nur ein einziges Mal: von IRMISCH[2]) (wohl bei Sondershausen) beobachtet worden. Auf den in normaler Weise ausgebildeten Kelch folgte bei ihr eine Krone, „an der Ober- und Unterlippe nicht deutlich gesondert waren.“ „Die Lappen des Diskus hatten sich vermehrt, einer oder mehrere derselben wurden bisweilen einige Linien hoch und fadenförmig und trugen an der Spitze eine Anthere mit verlängertem Connectiv, das an beiden Enden ein Staubfach trug; diese letzte Erscheinung zeigten auch zuweilen die der Krone aufgewachsenen Staubfäden“[3]). Das Gynaeceum war auch verändert. Statt der vier Normalklausen waren 12 bis 20 Nüsschen zu sehen, für je zwei Klausen war ein Griffel vorhanden. Diese 6 bis 10 Griffel waren entweder frei oder zu einer blauen Röhre miteinander verwachsen, die an der Spitze eine entsprechende Anzahl von Narben trug.

Mehrfach ist dagegen eine andere, ebenso absonderliche Form der *Salvia pratensis* behandelt worden, bei der, einer von verschiedenen Forschern vertretenen Ansicht zufolge, die Kronblätter in kelchblattähnliche Gebilde, die Staubblätter aber in Fruchtblätter umgewandelt sind. Auf schriftliche und bildliche Darstellung der hierbei stattfindenden Metamorphosen kann ich verzichten, da diese merkwürdigen Blüten schon durch PEYRITSCH, sorgfältiger noch durch PAX beschrieben und abgebildet worden sind. WETTERHAN dürfte der erste gewesen sein, der diese Sippe beobachtet hat (siehe auch die Zusammenstellung bei PENZIG, Pflanzenteratologie II, S. 240). Er hat sie 1862 bei Frankfurt a. M. im Freien aufgefunden und sie jahrelang auf ihre Konstanz studiert[4]). Später ist diese Sippe, offenbar in genau derselben Ausbildung, durch HECKEL[5]) von einer anderen Lokalität (in der Nähe von Marseille, ebenfalls im Freien) beschrieben worden, ohne dass er die früheren Beobachtungen WETTERHAN's darüber gekannt hätte. Die von WETTERHAN's Darstellung abweichende morphologische Deutung der eigenartigen Blüten durch

1) BRIQUET in ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfam. IV, 3a, S. 271.

2) Beiträge zur vergl. Morphol. II, 1856, S. 6, 7, Anmerkung (Separat aus: Abh. nat. Ges. Halle, III, S. 68, 69).

3) Über die Staminodien der normalen *Salvia pratensis* siehe FAMILLER (Flora 1896, Bd. 82 S. 148). Über Salviengruppen mit abortierenden vorderen Staubblättern siehe BRIQUET l. c.

4) Kurze Notiz von ihm darüber in Botan. Ztg. XXV, 1867, Spalte 359; ausführlicher: Botan. Ztg. XXVIII, 1870, Spalte 382—384, beide Male ohne besondere Benennung der Pflanze.

5) HECKEL, Nouvelles monstruosités végétales. Bull. Soc. bot. de France XXIX, 1882, S. 292.

PEYRITSCH[1]) hat schliesslich PAX[2]) einer eingehenden Kritik unterzogen.

Das Vorkommen unserer Pflanze an zwei so weit von einander getrennten Orten wie Frankfurt und Marseille widerspricht der Ansicht von PAX (l. c. S. 37), dem nur der Fund WETTERHAN's bekannt war, „dass man wegen der eigentümlichen und seltenen Form der Metamorphose schwerlich anzunehmen geneigt sein wird, eine solche habe sich an mehreren Orten vollzogen.“ Warum sollen auch nicht an verschiedenen, geographisch weit von einander entfernten Stellen die Bedingungen für die Entstehung der „var. *apetala*“ aus der *Salvia pratensis typica* vorhanden gewesen oder noch vorhanden sein, wenn man einmal diese allerdings noch nicht experimentell gestützte phylogenetische Annahme gelten lässt? Durch die völlige Übereinstimmung beider Sippen in morphologischer Beziehung, mit alleiniger Ausnahme der Fruktifikationsorgane, wird ihr genetischer Zusammenhang immerhin wahrscheinlich gemacht.

Soweit stimme ich allerdings mit PAX überein, dass ich die Möglichkeit einer Verbreitung der „*apetala*“ auf geschlechtlichem Wege in der freien Natur für ausgeschlossen halte. Die blauen Griffel, welche büschelförmig, oft zu mehreren mit einander verwachsen, weit aus der unscheinbaren, den beiden äusseren Blattkreisen ihren Ursprung verdankenden Hülle hervorragen, vermögen den hier fehlenden Lockapparat, die sonst vorhandene, farbige Lippenkrone nicht zu vertreten: ich habe bei dieser Pflanze keinen Insektenbesuch bemerkt, auch HECKEL nicht, der (l. c. S. 301, 302) die Sterilität und das Ausbleiben der Insekten trotz reichlicher Nektarabsonderung bei unserer Sippe betont. Nach einer brieflichen Mitteilung von MÖBIUS ist im Frankfurter Garten, wo die Pflanze seit WETTERHAN's Entdeckung kultiviert wird, nie Fruchtansatz beobachtet worden, was mit der Angabe von PAX (l. c. S. 41) für den Berliner Garten übereinstimmt. Wir dürfen also wohl annehmen, dass die Verhältnisse im Freien für eine geschlechtliche Vermehrung dieser Sippe nicht geeignet sind. Die bemerkenswerte Tatsache, dass WETTERHAN bei Frankfurt die Pflanze in mehreren Exemplaren, zum Teil etwa 50 Schritte von einander entfernt gefunden hat, lässt, wie schon WETTERHAN (l. c. Spalte 384) hervorhebt, sehr verschiedene Deutungen zu[3]). Übrigens wird neuerdings auch für den Berliner bo-

1) PEYRITSCH, Über Pelorien bei Labiaten. Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss. in Wien, 60. Bd., I. Abt., 1869, S. 360ff.

2) PAX, Über eine eigentümliche Form der *Salvia pratensis*. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. X, 1892, S. 37ff. (mit einer Tafel).

3) Auf jeden Fall geht schon aus den Erwägungen WETTERHAN's hervor, dass wir den entfernten Stand der einzelnen Exemplare unserer Sippe nicht zum Beweis ihrer geschlechtlichen Fortpflanzung im Freien benutzen dürfen.

HECKEL hat zwei Pflanzen der *Salvia apetala* bei Marseille gefunden, be-

tanischen Garten eine zerstreute Ansiedlung der „*apetala*“ auf den Rasenplätzen angegeben[1]).

Der wichtigste Teil der Arbeit von PAX besteht in der Begründung seiner Ansicht, dass die „*apetala*“ zur Samenbildung völlig unfähig sei. Er glaubt sich zu dieser Behauptung berechtigt auf Grund seiner anatomischen Befunde. Danach soll sowohl die Samenanlage abnorm ausgebildet sein (indem das Integument mit dem Nucellus völlig verschmolzen ist, meist sogar die Mikropyle fehlt), als auch das Leitgewebe des Griffelkanals einen veränderten Charakter zeigen.

Die Aussicht, in dieser rein weiblichen Pflanze, trotz der gegenteiligen, auf morphologisch-anatomische Untersuchung gegründeten Angabe ihrer völligen Sterilität, möglicherweise ein besonders leicht zu behandelndes Objekt für verschiedenartige Mischlingsversuche zu gewinnen, verlockte mich zur Prüfung der „*apetala*“ in dieser Hinsicht. Das dazu nötige lebende Material verdanke ich der Liebenswürdigkeit der Herren Professoren LINDAU und MÖBIUS (aus den botanischen Gärten zu Berlin und zu Frankfurt a. M.). Die Pflanzen aus beiden Gärten stimmten nach meinen bisherigen Erfahrungen in den Blütenverhältnissen mit einander überein, nach einer Andeutung von PAX (l. c. S. 37) soll es sogar wahrscheinlich sein, dass die Berliner Pflanzen vegetative Abkömmlinge der WETTERHAN-schen im Frankfurter Garten sind[2]).

merkenswerterweise ebenfalls zwischen zahlreichen normalen Exemplaren der *Salvia pratensis*. Er möchte das Auftreten dieser rein weiblichen Pflanzen in einer Ernährungsverminderung durch die Ungunst der Bodenverhältnisse bedingt sehen, ohne dass er jedoch dafür ein einwandsfreies Argument vorzubringen imstande ist. Übrigens ist das von ihm angezogene Analogon, die Geschlechtsbestimmung bei Fröschen durch die Ernährung, später mehrfach widerlegt worden (LENHOSSÉK, Das Problem der geschlechtsbestimmenden Ursachen. Jena 1903, S. 53ff.).

1) Nach ASCHERSON-GRAEBNER, Flora des nordostdeutschen Flachlandes, S. 595, findet sie sich im alten Berliner botanischen Garten mehrfach auf Rasenplätzen. Wie ist sie an die verschiedenen Stellen hingelangt? PAX spricht nur davon, dass die Pflanze im Berliner Garten in einem kräftigen Satz kultiviert wird (l. c. S. 37, 41).

2) Dieser Meinung kann ich mich jedoch nicht anschliessen. Bei aller Einheitlichkeit in der Blütenorganisation habe ich doch feine Unterschiede an den Pflanzen verschiedener Herkunft konstatieren können, bis jetzt allerdings nur in der Form der zur Rosette zusammengedrängten basalen Laubblätter. Die Differenzen bringt die meiner Mitteilung beigefügte Tafel XXIV in anschaulicher Weise zum Ausdruck. Die dazu gehörige Figurenerklärung (S. 466) erörtert die abweichenden Merkmale der beiden Formen, die, wie noch besonders hervorgehoben werden mag, bei sämtlichen Pflanzen der betreffenden Form in grosser Gleichmässigkeit zu beobachten sind.

Also auch hier eine völlig unvermutete Rassenverschiedenheit! Ich habe bereits an anderer Stelle, bei Gelegenheit meiner Studien über die Rassen von *Nicandra physaloides* (Beihefte zum Botan. Centralblatt XIV, S. 151) hervorgehoben,

Die Angabe von PAX (l. c. S. 41), dass sämtliche Samenanlagen bei der „var. *apetala*" entwicklungsunfähig seien, bedarf einer Einschränkung, sie liess sich in dieser allgemeinen Fassung durch ein einfaches Experiment leicht widerlegen. Bei Bestäubung der Narben eines Berliner Exemplares dieser eigenartigen, rein weiblichen Pflanze mit dem Pollen der gewöhnlichen grossblütigen zwittrigen Form[1]) von *Salvia pratensis* erfolgte bei einem Teil der Klausen tatsächlich Fruchtansatz, und zwar bei dem bisher bloss mit einem Blütenstengel der „*apetala*" ausgeführten Versuch nur an den inneren Klausen, d. h. an denjenigen, welche dem bei der typischen *Salvia pratensis* und den Labiaten überhaupt vorhandenen normalen Fruchtknoten entsprechen. Weitere ausgedehnte Versuche müssen darüber entscheiden, ob die äusseren Klausen, welche nach PAX entsprechend dem Schema des „morphologischen Typus" bei Labiaten aus Staubblättern hervorgegangen sein sollen, niemals zur weiteren Entwicklung zu gelangen vermögen, oder ob dies, wenigstens bisweilen, doch möglich ist (vielleicht unter besonderen Ernährungsbedingungen oder bei Beschränkung der Bestäubung auf eine einzige Blüte, die auf sehr jugendlichem Stadium allein an dem betreffenden Stengel stehen gelassen worden ist). Auch ist natürlich eine genaue Nachprüfung der PAX'schen Resultate über die Degeneration der Fruchtblätter notwendig, die ich in diesem Sommer leider nicht mehr ausführen konnte.

---

eine wie hohe Bedeutung die botanischen Gärten für die gegenwärtig mit frischer Kraft anhebende Rassenforschung besitzen, sie sind gewissermassen die Archive, die uns die jüngsten Spezialisierungen der Pflanzentypen aufbewahren und vorführen und die uns sicherlich manche Aufklärung über die Gesetze des Werdeganges der Pflanzen zu liefern imstande sind. Leider teilen die Gärten, die nun plötzlich eine ungeahnte Bedeutung für unsere Untersuchungen erlangt haben, mit der ihnen in mancher Beziehung für die Vergangenheit entsprechenden geologischen Urkunde den Mangel der Lückenhaftigkeit: nur äusserst selten hat man bislang die Neuentstehung von Formen kontrollieren können. Wie spärlich und trübe fliessen die Quellen unserer Kenntnis von der Aufeinanderfolge der komplizierten Rassenbildungsprozesse zahlreicher Gartenpflanzen. Und auch bei der *plana*-Rasse unserer „var. *apetala*" muss die wichtige Frage: „woher des Wegs?" zurzeit unbeantwortet bleiben. Vielleicht ist sie aus der *pustulata*-Rasse des Frankfurter Gartens unter den veränderten Bedingungen entstanden; aber auch anderer Möglichkeiten sind zu viele, als dass wir uns hier schon auf eine müssige Diskussion derselben einlassen könnten.

Die weitere Untersuchung, besonders das Studium der Bastarde jedes der beiden Typen, hat zu zeigen, inwiefern die S. 466 zu nennenden verschiedenen Trennungsmerkmale unter sich eine einheitliche Gruppe bilden, d. h. ob sie Äusserungen eines einzigen Elementarcharakters der betreffenden Rasse sind oder ob sie von einander unabhängig auftreten können.

1) Siehe A. SCHULZ, Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsverteilung bei den Pflanzen. I. Bibliotheca botan., Heft 10, S. 77, 78.

Mit dem Anschwellen der Fruchtklausen hält das nachträgliche Wachstum des Fruchtkelches gleichen Schritt, also ebenso wie auch bei der normalen *Salvia pratensis* und anderen Angehörigen derselben Gattung, ferner bleibt auch die grüne Farbe an diesen sich weiter entwickelnden Kelchen lange Zeit erhalten, während die Kelche solcher Blüten, bei denen die Bestäubung unterblieben ist oder aus irgend einem Grunde erfolglos gewesen ist, nicht weiter wachsen, nach kurzer Zeit (lange vor denen der befruchteten Blüten) sich braun färben und früh abfallen oder auch vollständig verwelkt sitzen bleiben.

Auch die Kronblätter bleiben an den befruchteten Blüten bis zur Samenreife grün.

Die Früchte wurden gleich nach der Reife in sterilisierte Erde gesät, sie keimten rasch. Fast alle ergaben junge Pflanzen, von denen leider einige durch Schneckenfrass in früher Jugend vernichtet wurden. Ich bin gegenwärtig im Besitz von fünf Rosetten dieses Mischlings, die wahrscheinlich schon im nächsten Jahre zur Blüte gelangen werden.

Die Kreuzung der *Salvia „apetala“* mit *Salvia officinalis* und *Salvia verticillata* ist mir bisher nicht gelungen, im nächsten Jahre sollen derartige Versuche — natürlich unter steter Parallelverwendung der beiden *apetala*-Rassen dabei als Weibchen — mit den genannten und anderen Salvien in grösserem Massstabe ausgeführt werden, vor allem aber selbstverständlich mit den verschiedenen Sippen der *Salvia pratensis* selbst. Da wären zu nennen zunächst die beiderlei hermaphroditischen Formen: die grossblütige und die kleinblütige,[1]) ferner auch eventuell auffindbare Übergänge zu den rein weiblichen Typen,[1]) dann die verschiedenen, von der gewöhnlichen abweichenden Farbenvarietäten (weiss, rosa, hellblau, blau mit weissem Mittelblatt der Unterlippe: *variegata* Kitaibel etc.); endlich die Formen mit mehr oder minder tief eingeschnittenen Blättern: *rostrata* und *pinnatifida*[2]). Über das Verhalten all' dieser Mischlinge in erster und zweiter Generation soll später im Zusammenhang mit den Untersuchungen über die Rassen der *Salvia viridis-Horminum* und ihre Bastarde sowie anderer Angehörigen dieser Gattung berichtet werden. Diese vorläufige Mitteilung über meine noch in den Anfängen befindlichen, ihrer Natur nach mehrere Jahre beanspruchenden

1) Siehe A. Schulz, Beiträge etc., I, S. 77, 78. — Bei *Salvia pratensis* ist bis jetzt keine Form mit zurücktretenden oder fehlenden weiblichen Organen beobachtet worden. Von *Salvia silvestris* hat A. Schulz (Beitr. I, 79) ausser den vier geschlechtlichen Parallelformen zu *Salvia pratensis* noch eine mittelgrossblütige mit sehr kurzem Griffel gefunden, die nach seiner Angabe möglicherweise den Übergang zu einer rein männlichen Form bildet.

2) Noch andere Varietäten bei Briquet, Labiées des Alpes marit. III, S. 525.

Salvienstudien erfolgt nur aus arbeitsökonomischen Gründen behufs Festsetzung des von mir bearbeiteten Gebietes.

Von besonderer Bedeutung wird bei diesen Untersuchungen natürlich der Grad der Erblichkeit der *apetala*-Merkmale, der metamorphen Korolle und des metamorphen Andrözeums sein, vor allem die Frage, ob sie stets mit einander verkoppelt auftreten oder ob sie völlig oder teilweise von einander unabhängig sind.

Endlich hoffe ich dabei auch genetische Beziehungen der „*apetala*" zu der im Anfang der vorliegenden Mitteilung (S. 459) angeführten, von Irmisch beschriebenen Form aufdecken zu können. Dass zwischen beiden tatsächlich eine grosse Übereinstimmung besteht, lehrt schon ein Vergleich ihrer Beschreibungen. Bedeutsam erscheint es mir, dass die Pflanze von Irmisch trotz ihrer Ähnlichkeit mit der „*apetala*" in der Ausbildung des weiblichen Apparates (12—20 Klausen und 6—10 Griffel, die mehr oder minder mit einander verwachsen sind) die vom Schema der Salvien geforderten Staubblätter an der bei ihr kronenartig vorhandenen, wenn auch oft etwas unregelmässigen Korolle besitzt. So einleuchtend nach der Darstellung von Pax die Umwandlung des Andrözeums in einen zweiten Gynoezeumkreis gemäss dem morphologischen Schema bei „*apetala*" erscheint — und ich habe sie daher auch der Einfachheit der Darstellung zuliebe bis hieher ohne Einwand gelten lassen — so müssen wir auf der anderen Seite nunmehr die Ansicht von Peyritsch als ebenso gerechtfertigt hinnehmen: „vollständiger Abgang der Staubgefässe, Vermehrung der Fruchtknotenlappen". Jedenfalls finde ich diese allerdings reichlich kurze, aber zugleich präzise Ausdrucksweise des zur Zeit des Pax'schen Aufsatzes bereits verstorbenen, hervorragenden Innsbrucker Teratologen keineswegs „sehr unklar" (Pax, l. c. S. 40). Vielmehr sehe ich in den beiden sich gegenüberstehenden Ansichten eben nur einen Ausdruck jenes Dilemmas, in das morphologischer Schematismus bei Betrachtung teratologischer Objekte so häufig versetzt wird, denn für die Annahme einer „Umwandlung" aus Staubblättern haben sich jedenfalls bis jetzt bei „*apetala*" keine Übergänge an den betreffenden Organen selbst als Belege nachweisen lassen. Es bleiben also zunächst nur die Stellungsverhältnisse[1]) als Stütze für die Umwandlungshypothese übrig, dass nämlich die vier auch hier vorhandenen, mittelständigen Normalklausen von dem äusseren Karpidenkranz umgeben sind, also an der Stelle, wo man sonst Stamina anzutreffen erwartet.

Übrigens kann man vielleicht noch in ganz anderer Weise für

---

1) Die von Pax ebenfalls herangezogenen Zahlenverhältnisse des äusseren Karpidenkreises sind zu schwankend, als dass sie für unsere Zwecke etwas beweisen könnten.

solche, die ein Bedürfnis haben, teratologische Vorkommnisse den normalen Formen anzugliedern, eine Rettung des Schemas durchführen, die dazu noch den Vorzug hat, dass sie die Annäherung an den Fund von IRMISCH[1]) und damit an das Normalverhalten erleichtert. PAX ist der einzige, der unter meinen Vorgängern auf die „Spreitenverdoppelung" an den Kronblättern unserer „*apetala*" hingewiesen hat.[2]) Er bemerkt allerdings ausdrücklich, dass sich der Mittelnerv des Auswuchses vom Mittelnerven des Blumenblattes abzweige, aber in seinen drei darauf bezüglichen Figuren ist das im Grunde nur an einer einzigen zu sehen, und auch bei dieser sind Schwierigkeiten vorhanden. PAX, Figur 7: In der Mittellinie zwischen den beiden durch „kollaterale Teilung" entstandenen, schon ziemlich weit von einander getrennten Blättern entspringt der Auswuchs. — Figur 8: Der Auswuchs entspringt auch hier in der Nahtlinie zwischen zwei Blättern, nämlich den beiden verwachsenen Blättern der Oberlippe, deutlich erkennt man, dass er mit dem Mittelnerven jedes Einzelblattes keine Verbindung hat. — Figur 9: PAX berücksichtigt hier nicht, dass das Mittelblatt der von ihm gezeichneten Unterlippe eine in seiner Nervatur zum Ausdruck kommende tiefe Spaltung in zwei Blätter mit kollateraler Verwachsung derselben zeigt, so dass dies Gebilde eine ausserordentliche Ähnlichkeit mit den beiden von ihm abgebildeten Oberlippen hat. Zwar steht der Mittelnerv des Auswuchses mit dem Mittelnerven des einen Blattes in Verbindung, aber die Gesamtinsertion der Lamina des Auswuchses erscheint auch hier stark nach der Mittelnaht zwischen beiden Blättern verschoben.

Ich stand in diesem Jahre zur Blütezeit der Pflanze noch ganz im Banne der Anschauung von PAX und habe deshalb die Stellung der auch mir auffallenden Exkreszenzen nicht genauer studiert, gegenwärtig aber möchte ich die Möglichkeit nicht abweisen, dass gerade in ihnen vergrünte Staubblattrudimente zu suchen sind. So würde in dem Falle von PAX' Fig. 8 (Auswuchs in der Naht zwischen den beiden Blättern der Oberlippe) das bei den Labiaten nicht normal, sondern nur als Bildungsabweichung (bei manchen Pflanzen allerdings häufig [vielleicht rassenartig?], siehe Zusammenstellung bei PENZIG II,

---

1) Zur weiteren Rechtfertigung von PEYRITSCH will ich noch bemerken, dass er seine Deutung der „*apetala*" offenbar gerade unter dem Eindruck der Beschreibung der Salbeiform von IRMISCH niedergeschrieben hat, die er am Schluss seiner Notiz noch besonders erwähnt. PAX ist dagegen auf die Pflanze von IRMISCH garnicht eingegangen.

2) L. c. S. 39: „Jedes Blumenblatt der Ober- und Unterlippe kann eine Exkreszenz ausgliedern, welche in Gestalt eines kleinen Schüppchens der Oberseite des Blumenblattes aufsitzt und deren Mittelnerv sich vom Mittelnerv des Blumenblattes abzweigt (Fig. 7—9)".

234) vorkommende fünfte Staubblatt vorliegen. Eingehendere Prüfung wird uns hoffentlich über die Natur der Auswüchse aufklären, besonders muss das anatomische Verhalten dabei beachtet werden: falls überhaupt Differenzen in der Struktur der Aussen- und Innenseite vorhanden sind, wird es sich darum handeln, ob „Spreitenumkehrung" nachweisbar ist oder nicht.

Meine noch durch ausgedehnte Versuche zu stützende Behauptung, dass nur die zentralen Klausen Fruchtansatz zeigen, die äusseren Karpiden aber impotent sind, darf selbst, wenn es sich herausstellen sollte, dass an den letztgenannten stets die von Pax angeführten Degenerationserscheinungen auftreten, nicht zum Beweis für morphologische Deutungen herangezogen werden, denn es können dabei sehr verschiedene Entwickelungsverhältnisse eine Rolle spielen.

Das wichtigste Ergebnis der vorliegenden Mitteilung ist, dass *Salvia pratensis* „var. *apetala*" aus der Reihe der sterilen Pflanzen gestrichen werden muss. Ferner ist es notwendig, sie nach den Merkmalen der Rosettenblätter in zwei Formen (wohl Rassen) zu spalten: *pustulata* und *plana*.

Erklärung der Abbildungen.

(Siehe Anmerkung 2 auf Seite 461).

Völlig ausgebildete Rosettenblätter erwachsener Pflanzen der beiden neu aufgestellten Formen von *Salvia pratensis* „var. *apetala hortorum*", alle in natürlicher Grösse, Mitte Oktober lebend photographiert. Die Pflanzen wurden auf zwei getrennten Beeten dicht neben einander unter völlig gleichen Verhältnissen kultiviert.

Fig. 1, 2: *forma pustulata* (die Pflanzen von Frankfurt a. M.). Oberfläche der Rosettenblätter durchgängig mit pustelförmigen Erhabenheiten des Mesophylls zwischen den grösseren Seitennerven. Die Blätter sind häufig unregelmässig gekrümmt und liegen daher ziemlich lose dem Boden an. Im Vergleich zu den ziemlich schmalen Blättern der Berliner Pflanzen ist das Verhältnis der Breite zur Länge bei *pustulata* sehr zu Gunsten der Breite verschoben. Blattrand hier schwach und einfach gekerbt. Blattspitze meist abgerundet.

Fig. 3—5: *forma plana* (die Pflanzen von Berlin). Die Blattoberfläche zeigt nur die feine Runzelung, die zum Charakter so vieler Salvien gehört. Die im Übrigen völlig ebenen Blätter liegen platt dem Boden angeschmiegt. Die Berandung ist ausgeprägt doppelt gekerbt, nahe der Basis sogar zum Teil tiefer eingeschnitten, so dass der herzförmige Grund etwas zur Pfeilform neigt. In entsprechender Weise läuft das Blatt am oberen Ende gewöhnlich spitz zu.

Der Blattstiel (vergl. die beiden allein mit ihren vollständigen Stielen abgebildeten Blätter Fig. 2 und 3 mit einander) ist bei den Rosettenblättern von *plana* stets beträchtlich länger als bei denen von *pustulata*, die ja überhaupt in sämtlichen Merkmalen ihrer Rosette kompakter und gedrungener erscheint als *plana* (siehe den Schluss der Anmerkung 2 zu S. 461 auf S. 462.)

63. A. J. Nabokich: Über die intramolekulare Atmung der höheren Pflanzen.

Zweite vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 24. Oktober 1903.

Die intramolekulare Atmung der höheren Pflanzen ist bisher nicht genügend untersucht worden. Aus den letzten Jahren gibt es darüber nur zwei Arbeiten, die von GODLEWSKI und POLZENIUSZ und von STOKLASA, JELINEK und VITEK[1]), die versucht haben, unter Ausschluss von Mikroorganismen eine möglichst vollständige Bilanz des anaëroben Stoffwechsels zu geben. Diese Untersuchungen haben das sehr interessante Resultat geliefert, dass der Stoffwechsel in sauerstofffreier Atmosphäre sich durch die bekannte Gleichung der alkoholischen Gärung:

$$C_6H_{12}O_6 = 2CO_2 + 2C_2H_5(OH)$$

ausdrücken lässt.

Auf diese Weise wird also wieder die alte Hypothese PASTEUR's über die Identität der intramolekularen Atmung der höheren Pflanzen und der alkoholischen Gärung der Hefe bestätigt.

Die Versuche von GODLEWSKI und STOKLASA scheinen mir nun aber keinen allgemeingültigen Beweis für diese Identität zu geben. Es scheint mir vielmehr, dass zur Lösung eines so verwickelten Problems, wie das der intramolekularen Atmung, noch viel zu wenig Versuche mit sterilisierten Objekten und unter Anwendung genauer analytischer Methoden vorliegen. Für die Alkoholkoeffizienten, die den wichtigsten Beweis der alkoholischen Gärung bilden, finden wir in den Zahlen GODLEWSKI's folgende grosse Abweichungen von dem theoretisch geforderten Werte (104,5): + 1,9; + 5,1; − 3,8; − 4,2; − 6,0; − 3,3; − 7,0; − 27,2; − 28,5; + 7,0; − 25,3 (11 Versuche). Ebenso finden sich sehr unerwartete Abweichungen in einigen Bilanzberechnungen GODLEWSKI's; in zwei von seinen sechs Versuchen treten Verluste an Gärungsprodukten bis zu 8 und 16 pCt. der vergorenen Zuckermenge auf.

Noch grössere Schwankungen treffen wir in den Versuchen STOKLASA's mit Zuckerrüben. Die Differenzen zwischen der ver-

1) E. GODLEWSKI und F. POLZENIUSZ, Über die intramolekulare Atmung usw. Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie, Avril 1901. — JULIUS STOKLASA, JOH. JELINEK und EUGEN VITEK, Der anaërobe Stoffwechsel der höheren Pflanzen usw. Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie. III. Bd., 11. Heft, 1903.

verwendeten Trockensubstanz, resp. Zucker und den aufgetretenen Gärungsprodukten, machten hier bis zu 20 pCt. der vergorenen Zuckermenge aus. Die gefundenen Alkoholkoëffizienten STOKLASA's unterscheiden sich vom theoretisch geforderten Werte um:

$$- 6{,}0; \; - 2{,}8; \; + 3{,}4; \; + 8{,}9; \; + 13{,}6; \; + 16{,}7.$$

Solche schwankenden Resultate berechtigen zu Zweifeln an den Schlussfolgerungen der genannten Autoren. Ausserdem liefern die Untersuchungen GODLEWSKI's und STOKLASA's keine Angaben über die Natur der intramolekularen Atmung bei denjenigen Samen, welche keine vergärbaren Kohlenhydrate enthalten. Ferner liegen keine Untersuchungen darüber vor, ob bei Darbietung einiger nicht vergärbarer Nährstoffe, wie Pepton, Asparagin, organische Säuren usw., irgendwelche Modifikation in dem Vorgang der intramolekularen Atmung hervorgerufen werden kann. Aber gerade solche Untersuchungen scheinen zur endgültigen Lösung der ganzen Frage von grosser Bedeutung zu sein; denn es ist wohl denkbar, dass unter gewissen Bedingungen durch den anaëroben Stoffwechsel auch solche Stoffe angegriffen werden, die für die echte alkoholische Gärung ohne Bedeutung sind[1]). Ausserdem darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass auch die Hefen bei Mangel an Zucker zur weiteren Verarbeitung des Glyzerins, organischer Säuren und selbst des Alkohols befähigt sind (DUCLAUX, IWANOWSKI). Unter diesen Gesichtspunkten habe ich meine Untersuchung über die intramolekulare Atmung bei Samen unternommen.

In dieser vorläufigen Mitteilung sei von der Methodik nur so viel erwähnt, dass mit allen Mitteln versucht wurde, vollständige Sterilität der Kulturen zu erzielen, ebenso wie genaue und direkte Bestimmungen der Stoffwechselprodukte zu erlangen.

Die Resultate meiner Untersuchungen ergeben sich am besten aus der Reihe der beifolgenden Tabellen, die ohne weiteres verständlich sind. (Vgl. S. 469ff.).

Aus den mitgeteilten Angaben tritt sehr klar hervor, dass die Art der intramolekularen Atmung von dem Nährmedium abhängig ist. Der Hauptsache nach sind zwei Modifikationen der intramolekularen Atmung nach der Höhe der Alkoholkoëffizienten zu unterscheiden:

1. Reine alkoholische Gärung der Glykose.

Dieser Fall tritt auf in Glykosekulturen, sowie auch zum Teil bei langfristigen Versuchen in Mannit und Wasser.

1) Siehe GODLEWSKI und POLZENIUSZ, ibid. S. 273 und andere; PFEFFER, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Bd. I, S. 546.

(Fortsetzung des Textes auf S. 473.)

Tabelle I.

Berechnungen der Bilanz zwischen dem Verlust an Trockensubstanz und vorgefundenen flüchtigen Produkten der intramolekularen Atmung der Samen. *Pisum sativum.*

Nummer des Versuches	Substrat	Versuchsdauer in Tagen	Gewicht der Samen vor dem Versuche: Frisch gewogen g	Gewicht der Samen vor dem Versuche: Trocken gewogen g	Trockengewicht nach dem Versuche: Ohne Korrektur auf KHO oder $C_3H_6O_3$	Trockengewicht nach dem Versuche: Reines Trockengewicht	Verlust an Trockensubstanz während des Versuches: Ohne Korrektur auf Stärkehydrolyse	Verlust an Trockensubstanz während des Versuches: Mit betreffender Korrektur	Flüchtige Produkte der intramol. Atmung: CO^2 g	Flüchtige Produkte der intramol. Atmung: C_2H_5OH g	Flüchtige Produkte der intramol. Atmung: Summe $CO^2 + C_2H_5OH$	Bilanzdifferenzen: in g + oder −	Bilanzdifferenzen: des Verlustes an Trockensubstanz in pCt.
92	Kontrollproben	0	20,035	17,330	17,400	17,330	pCt. des Wassers		13,501		im Mittel = 13 . 517		
93		0	20,046	17,292	17,352	17,292			13,738				
98		0	20,055	17,390	17,600	17,390			13,313				
31	Wasserkulturen	14	40,100	34,679	30,572	30,393	4,286	4,715	2 331	2,431	4,762	+ 0,047	+ 1,0
45		14	40,010	34,609	29,929	29,687	4,915	5,407	2,597	2,706	5,303	− 0,104	- 1,9
46		14	40,102	34,680	30,102	29,915	4,769	5,242	2,484	2,677	5,161	− 0,084	− 1,6
50		16	20,026	17,320	13,546	13,504	3,816	4,198	1,935	2,055	3,390	− 0,208	− 4.9
52		16	20,012	17,308	13,649	13,571	3,732	4,105	1,993	2,076	4 069	− 0,036	- 0,9
67		15	20,041	17,332	14,160	14,050	3,282	3,610	1,756	1,771	3,527	− 0,083	− 2,3
66		24	20,010	17,331	13,372	13,276	4,055	4,461	2,164	2,233	4,397	− 0,064	− 1,4
96	Milchsäurekultur: 0,095 g auf 300 H_2O	7	20,004	17,300	16,181	15,992	1,308	1,439	0,758	0,654	1,412	− 0,027	− 1,9
94		8	20,044	34,680	32,076	31,699	2,975	3,272	0,826	0,757	3,182	− 0 090	− 2,7
97		8	20,057			31,705			0,826	0,773			
95		10	20,050	17,340	15,782	15,588	1,752	1,327	0.979	0 885	1,864	− 0 063	− 3,2

Tabelle II.

40 und 20 *g* *Pisum sativum* in 300 *ccm* 1 proz. Glykoselösung.

Nummer des Versuchs	Versuchsdauer in Tagen	Auf 100 Kohlensäure an Alkohol gefunden	Zunahme an nichtflüchtigen Säuren auf 20 *g* Samen *ccm* $^1/_{10}$ KHO
35	7	104,8	+ 1,0
22	7	110,0	—
21	8	106,7	—
23	12	106,6	+ 0,0
42	14	105,0	+ 1,0
36	14	103,2	+ 1,0
58	16	109,4	+ 4,5
60	17	100,8	+ 3,5
59	24	103,2	+ 6,5
61	24	105,4	+ 6,5
Durchschnitt		**105,5**	—
Theoret. geforderte Menge		104,5	

Tabelle III.

Einfluss der Glykoselösung auf die Energie der intramolekularen Atmung: *Pisum sativum.*

Nummer der Parallelkulturen	Versuchsdauer in Tagen	Kohlensäure in Wasser *g*	Kohlensäure in 1 pCt. Glykose *g*	Differenz zugunsten der Glykose *g*
29 – 35. . .	7	1,292	1,465	+ 0,173
24 - 22. . .	7	0,936	1,479	+ 0,543
14 – 18. . .	12	2,367	2,670	+ 0,315
45—42. . .	14	2,597	2,840	+ 0,253
50—58. . .	16	1,935	1,977	+ 0,042
52—60. . .	16	1,993	2,190	+ 0,197
66 - 61. . .	24	2,104	2,480	+ 0,316

Tabelle IV.

40 und 20 *g* *Pisum sativum* in destilliertem Wasser. Langfristige Versuche.

Nummer des Versuchs	Versuchsdauer in Tagen	Auf 100 Kohlensäure an Alkohol gefunden	Auf 100 Trockensubstanzverlust an Kohlensäure gefunden	Abnahme oder Zunahme an nichtflüchtigen Säuren für 20 *g* Samen *ccm* $^1/_{10}$ KHO
31	14	104,3	49,4	— 1,0
45	14	104,2	48,0	+ 0,0
46	14	107,7	47,6	— 1,5
67	15	100,9	48,6	+ 3,0
50	16	106,2	46,1	+ 2,7
54	16	104,2	48,5	+ 1,8
66	24	103,1	48,5	+ 6,0
Durchschnitt		**104,4**	**48,1**	—
Theoretisch geforderte Menge		104,5	48,9	

Tabelle V.

40 und 20 *g* *Pisum sativum* in 300 *ccm* 1 proz. Mannit- und Peptonlösungen.

Nummer des Versuchs	Substrat	Versuchsdauer in Tagen	Auf 100 Kohlensäure an Alkohol gefunden	Zunahme an nichtflüchtigen Säuren für 20 *g* Samen *ccm* $^1/_{10}$ KHO
79	Mannit	17	—	+ 1,5
78		18	102,1	+ 2,5
68		24	103,9	+ 5,5
	Durchschnitt . . .		**103,0**	—
27	Saures Pepton eq. 8 *ccm* $^1/_{10}$ KHO	7	101,6	+ 8,0
44		7	101,4	+ 6,0
102		7	97,0	+ 10,0
16		12	101,5	—
26		14	106,6	+ 11,0
100	Neutrales Pepton	6	102,9	+ 16,5
101		10	102,8	+ 16,5
	Durchschnitt . . .		**102,0**	—

Tabelle VI.

Einfluss des Peptons auf die Energie der intramolekularen Atmung bei *Pisum sativum*.

Nummer der Parallelkulturen	Versuchsdauer in Tagen	Kohlensäure in Wasser *g*	Kohlensäure in 1 pCt. Pepton *g*	Differenz zugunsten des Peptons
3–9	7	1,036	1,293	+ 0,257
4–8	7	1,146	1,367	+ 0,221
2–10	7	1,242	1,397	+ 0,155
29–27	7	1,292	1,605	+ 0,313
43–44	7	1,646	1,869	+ 0,223
14–16	12	2,337	2,402	+ 0,075
31–26	14	2,331	2,618	+ 0,287
100–106	$5^1/_2$	0,816	0,854	+ 0,038
104–102	7	0,854	1,044	+ 0,190
102–101	10	1,393	1,443	+ 0,050

Tabelle VII.

40 *g* *Pisum sativum* in 0,5 pCt. Kalisalpeterlösung.

Nummer des Versuchs	Versuchsdauer in Tagen	Auf 100 Kohlensäure an Alkohol gefunden	Abnahme oder Zunahme an nichtflüchtigen Säuren *ccm* $^1/_{10}$ KHO	Anmerkungen über den Zustand der Samen
32	7	104,7	+ 4,0	lebendig
33	7	99,7	+ 1,0	
40	7	102,7	− 2,0	
38	14	97,4	+ 16,0	tot
37	14	94,9	+ 10,0	
Durchschnitt		99,9	—	—

Tabelle VIII.

40 und 20 *g* Samen *Pisum sativum* in destilliertem Wasser. Kurzfristige Versuche.

Nummer des Versuchs	Versuchs-dauer in Tagen	Auf 100 Kohlen-säure an Alkohol befunden	Abnahme oder Zunahme an nichtflüchtigen Säuren für 20 *g* *ccm* 1/10 KHO
24	7	103,3	—
29	7	97,3	− 2,5
43	7	97,2	− 1,5
106	6	96,9	− 0,5
104	10	97,2	− 1,5
105	11	98,7	+ 1,0
14	12	98,3	—
Durchschnitt		98,4	—

Tabelle IX.

20 *g* Samen von *Pisum sativum* in 1 pCt. Asparaginlösung.

Nummer des Versuchs	Versuchs-dauer in Tagen	Auf 100 Kohlensäure Alkohol	Anmerkung
108	8	94,0	Asparaginlösung wurde bei Sterilisation verändert; sie zeigte sehr sauere Reaktion.
109	8	92,8	
147	11	98,0	

Tabelle X.

20 *g* *Pisum sativum* in Milchsäurelösungen der schwachen Konzentrationen.

Nummer des Versuchs	Versuchs-dauer in Tagen	Gehalt an Milch-säure in der Lösung eq. *ccm* 1/10 KHO	Kohlen-säure *g*	Auf 100 Kohlensäure an Alkohol ge-funden	Auf 100 Trocken-substanzver-lust Kohlensäure gefunden	Verlust an nicht-flüchtigen Säuren *ccm* 1/10 KHO
64	32	145,0	0,113	44,3	—	—
80	10½	30,0	0,413	69,2	—	− 3,5
91	10	20,0	0,485	74,2	—	− 5,1
96	7	10,5	0,758	86,3	52,6	− 5,5
94	8	10,5	0,826	91,6	50,5	− 4,5
97	8	10,5	0,826	93,6		− 6,5
95	10	10,5	0,979	90,4	50,8	− 3,5
		Durchschnitt		79,1	51,5	—

Tabelle XI.

43 *g* *Ricinus communis major* in verschiedenen Nährlösungen.

Nummer des Versuchs	Substrat	Versuchsdauer in Tagen	Kohlensäure *g*	Alkohol *g*	Auf 100 Kohlensäure an Alkohol gefunden	Dasselbe. Mittelzahlen
115. . .	1 pCt. Glykose	13	0,267	0,190	71,2	73,0
116. . .		13	0,243	0,185	74,9	
118. . .	Wasser	13	0,293	0,150	51,0	69,2
120. . .		13	0,258	0,156	60,5	
117. . .		16	0,259	0,225	86,9	
119. . .		16½	0,295	0,233	78,9	
113. . .	0,5 pCt. Glykose und 0,5 pCt. Pepton	13	0,375	—	—	73,7
114. . .		13	0,284	0,200	70,4	
111. . .		16	0,326	0,215	65,9	
112. . .		16½	0.265	0,225	84,9	
	Durchschnitt . . .		—	—	**71,6**	—

Das Verhältnis der Kohlensäure zum Alkohol entspricht hier vollkommen dem theoretischen Werte (104,5); es wurde im Durchschnitt für die erwähnten drei Nährlösungen 105,5, 103,0 und 104,4 gefunden. Ferner kann man ein geringes Auftreten von organischen Säuren beobachten, was gänzlich mit den Vorgängen der alkoholischen Gärung durch Hefe übereinstimmt. Meine Bilanzberechnungen haben auch ergeben, dass in allen untersuchten Kulturen CO_2 und C_2H_5OH die wichtigsten flüchtigen Produkte des Stoffwechsels sind. Die Menge der übrigen flüchtigen Nebenprodukte konnte höchstens 1 bis 2 pCt. der vergorenen Zuckermenge betragen. In Übereinstimmung mit diesem Resultate habe ich nur Spuren von flüchtigen Säuren an allen Alkoholdestillaten konstatiert. Es sei endlich erwähnt, dass die Menge der gefundenen Kohlensäure 48,1 pCt. vom ganzen Verlust an Trockensubstanz betragen hat. Dieses Verhältnis steht aber sehr nahe dem theoretischen Werte, welcher nach der Gleichung der alkoholischen Gärung für Kohlensäure zu erwarten ist (48,9).

2. Alkoholische Gärung mit Verarbeitung der organischen Säuren.

Diese Art der intramolekularen Atmung wurde in denjenigen Kulturen festgestellt, in denen die atmenden Samen durch Mangel an vergärbaren Kohlenhydraten gelitten hatten. Wir müssen hierher alle kurzfristigen Kulturen von *Pisum sativum* ohne künstliche Ernährung mit Zucker rechnen. Die Samen von *Pisum* enthalten bekanntlich unter ihren Reservestoffen nur Spuren von Zucker, so dass der für die alkoholische Gärung notwendige invertierte Zucker nur durch Hydrolyse der Stärke entstehen kann. Es scheint nun aber, dass die

Hydrolyse der Stärke in sauerstofffreier Atmosphäre nur sehr langsam zustande kommen kann, besonders in den ersten Tagen der anaëroben Kultur der Samen. Man kann als bestimmt nachgewiesen betrachten, dass in allen Wasserkulturen die ganze Menge des invertierten Zuckers gleich nach der Bildung vergoren wird. In der Tat beobachteten wir in Tabelle 1 eine gute Übereinstimmung zwischen dem Verlust an Trockensubstanz und flüchtigen Gärungsprodukten. Das kann nur dadurch erklärt werden, dass in den Samen kein Überschuss an Invertzucker gebildet wurde; denn im entgegengesetzten Falle würde der Verlust an Trockensubstanz durch die Wasseraufnahme der Stärke kleiner sein als die Menge der entstandenen Gärungsprodukte. Es muss hier auch darauf hingewiesen werden, dass die Energie der intramolekularen Atmung der Erbsen in Wasser erst nach Ablauf einer Woche ihr Optimum erreicht und dass die Darbietung des Zuckers einen begünstigenden Einfluss besonders in den ersten Tagen der Kultur ausüben kann.

Alle diese Tatsachen beweisen übereinstimmend, dass gerade im Anfange der intramolekularen Atmung der Erbsen eine Art des Zuckerhungers sich bemerkbar macht.

Dieser Mangel an vergärbaren Stoffen ist wahrscheinlich die Hauptursache der Erscheinung, dass im Stoffwechsel der Samen zu dieser Zeit organische Säuren angegriffen werden. Ich konnte in der Tat für viele kurzfristige Wasserkulturen konstatieren, dass die Gesamtmenge der Säuren, welche in den Samen als Reservestoff enthalten sind, nach 6—12 Tagen der intramolekularen Atmung geringer geworden war. Diese Verarbeitung der Säuren war natürlicherweise mit von einer Erniedrigung des Alkoholkoëffizienten begleitet. Statt 104,5 habe ich im Durchschnitt nur 98,4 erhalten. Die Glykosekulturen ergaben aber, sowohl in der einen, wie auch in der anderen Hinsicht ein gerade entgegengesetztes Resultat: es wurde hier mehr Alkohol als Kohlensäure gebildet, und statt Abnahme wurde eine Zunahme an Säuren beobachtet.

Die Verarbeitung der organischen Säuren lässt sich besonders deutlich in meinen Milchsäurekulturen beobachten. Hier wurde fast die Hälfte der vorhandenen Milchsäure verarbeitet, wodurch eine Erniedrigung der Alkoholkoëffizienten im Mittel bis zu 79,1 herbeigeführt wurde. Die nähere Beobachtung der Zahlenwerte (siehe Tabelle X) zeigt uns aber, dass die Koëffizienten noch niedriger ausfallen könnten, wenn die ganze Erscheinung nicht durch die Zerspaltung der Glykose verdeckt würde: mit der absoluten Zunahme an Kohlensäure wurde auch eine Erhöhung der Alkoholkoëffizienten bemerkbar.

Man könnte fast vermuten, dass die niedrigen Alkoholkoëffizienten nicht durch die Verarbeitung der Säuren, sondern durch die Ver-

gärung des Alkohols herbeigeführt wurden. Ich muss aber diese Erklärung als unbegründet zurückweisen. Beim Verbrauch des Alkohols durch Samen könnten wir kaum solche hohen Koëffizienten für langfristige Wasser- und Mannitkulturen erhalten, wie solche in Wirklichkeit beobachtet wurden: sie waren nur um 1—2,5 pCt. niedriger, als in parallelen Zuckerkulturen. Es scheint sehr wahrscheinlich zu sein, dass die Samen unter Ausschluss des Sauerstoffs zu keiner Ausnutzung des Alkohols befähigt sind. Wir müssen also den Alkohol als ein Produkt des Stoffwechsels betrachten, welches nur bei Oxydationsvorgängen ausgenutzt werden kann.

Es geht auch aus meinen anderen Versuchen ganz klar hervor, dass die beobachtete Erniedrigung der Alkoholkoëffizienten durch keine andere Ursache, als durch erhöhte Bildung von CO_2 herbeigeführt wurde: In der Tabelle X finden wir, dass in Milchsäurekulturen auf 100 *g* Trockensubstanzverlust im Durchschnitt 51,3 *g* Kohlensäure gebildet wurde, d. h. von 2 bis 4 pCt. mehr, als bei reiner alkoholischer Gärung (siehe Tab. IV). Erwähnte relative Zahlen für Kohlensäure bestätigen damit auch die Richtigkeit meiner Alkoholbestimmungen.

Schwer zu entscheiden ist, ob die konstatierte Verarbeitung der organischen Säuren auf die Tätigkeit desselben Enzyms zurückzuführen ist, welches die Verarbeitung der Glykose zu Alkohol und Kohlensäure bewirkt. Vielleicht können meine Versuche eine Stütze für die interessante Ansicht BUCHNER's bieten, dass der Gärungsprozess sich in zwei Phasen vollzieht nach den Gleichungen

$$C_6H_{12}O_6 = C_3H_6O_3 + C_3H_6O_3 \text{ (Milchsäure)}$$
$$C_3H_6O_3 = CO_2 + C_2H_5OH$$

Ich muss aber gestehen, dass meine Versuche nicht hinreichend sind, um eine so komplizierte Frage zu beantworten; ich möchte nur hinzufügen, dass nach oben mitgeteilten Tatsachen ausser Milchsäure auch andere organische Säuren, welche in den Samen aufgespeichert sind, zur Verarbeitung gelangen können.

Über die Resultate, welche inbezug auf Pepton- und andere Lösungen erhalten wurden, möchte ich hier Folgendes bemerken.

Es wurde durch alle Versuche festgestellt, dass Pepton einen sehr begünstigenden Einfluss auf die intramolekulare Atmung ausübt (siehe Tab. VI). Diese Einwirkung ist wohl indirekter Natur. Da Pepton nicht vergärbar ist, müssen wir vermuten, dass sein Einfluss sich durch die begünstigende Tätigkeit von Enzymen vollzieht. Es ist aber interessant festzustellen, dass bei der Gärung in Peptonlösung eine sehr starke Zunahme an organischen Säuren beobachtet wurde. Ich erwartete zuerst ein entgegengesetztes Resultat, da ich auf Grund der Versuche von BUTKEWITSCH eine Ammoniakbildung

in Peptonkulturen voraussetzen konnte. Vielleicht werden mir weitere Untersuchungen über Eiweissumsatz in sauerstofffreier Atmosphäre, für welche ich schon genügendes Trockenmaterial gesammelt habe, bessere Einsicht in fragliche Prozesse liefern. Ich möchte hier nur hinzufügen, dass in allen Fällen, wo die Versuche nach dem Tode der Samen beendigt wurden, ich immer eine starke Zunahme an Säuren beobachten konnte.

Drei Versuche in Asparaginlösung ergaben nur sehr niedrige Alkoholkoëffizienten, im Durchschnitt 95,1. Unglücklicherweise hatte die dreimalige Sterilisation der Lösungen im KOCH'schen Apparat augenscheinlich irgend welche Zersetzung des Asparagins herbeigeführt: die Lösung zeigte sehr sauere Reaktion. Infolgedessen kann ich hier keine endgültigen Schlussfolgerungen über den Einfluss des Asparagins ziehen.

Meine Schlussfolgerungen über den Verlauf des anaëroben Stoffwechsels in Salpeterlösungen sind von mir schon früher[1]) genau mitgeteilt worden; ich kann hier nur auf die betreffende Abhandlung hinweisen.

Es bleibt mir noch übrig, einige Bemerkungen über die intramolekulare Atmung der *Ricinus*-Samen zu machen. (Tab. XI).

In allen *Ricinus*-Kulturen wurden für Alkohol sehr niedrige Koëffizienten gefunden, was nach den oben mitgeteilten Tatsachen kaum als etwas Unerwartetes zu betrachten ist. Gerade bei solchen Ölsamen lässt sich ein Mangel an gärbaren Kohlenhydraten beobachten. Künstliche Ernährung mit Zucker oder Zuckerpeptonlösung hat aber bei *Ricinus*, im Gegensatz zu Erbsensamen, keine merkbare Erhöhung der Gärungsenergie hervorgerufen. Die beobachtete Quantität der Kohlensäure, vielleicht auch des Alkohols blieb in allen Nährlösungen fast auf einer und derselben Höhe, und die intramolekulare Atmung hörte in allen Fällen schon nach 10—12 Tagen auf. Nähere Erklärung dieser interessanten Tatsache wird eine Aufgabe meiner weiteren Untersuchungen über die intramolekulare Atmung in Ölsamen sein.

Zum Schluss möchte ich wiederholt meinen grossen Dank Herrn Geheimrat Prof. Dr. KNY für seine fortdauernde Unterstützung und Förderung meiner Arbeit aussprechen.

Berlin, Botan. Institut der Kgl. Landwirtschaftl. Hochschule.

1) Berichte der Deutschen Botan. Ges. 1903, Bd. XXI, Heft 7.

64. A. Volkart: Taphrina rhaetica nov. spec. und Mycosphaerella Aronici (Fuck.).

Mit Tafel XXV.

Eingegangen am 24. Oktober 1903.

I. Im Juni und Juli des vergangenen und des laufenden Jahres fand ich in den Maiensässen oberhalb Trimmis (Graubünden) auf *Crepis blattarioides* Vill. eine parasitische Exoascee, die ich bisher nirgends beschrieben fand. Sie bildet auf den Blättern dieser Pflanze grauweisse Überzüge auf blasig aufgetriebenen Stellen. Meist befällt der Pilz alle Blätter eines Sprosses; im oberen Teil sind oft alle von ihm vollständig überzogen. Doch kann man auch ein Ausklingen des Befalles beobachten, so dass die oberen Blätter gesund bleiben oder nur noch vereinzelt befallen sind, ähnlich wie es von manchen Uredineen, z. B. *Uromyces Alchemillae* (Pers.) Schröt. bekannt ist. Es muss daher ein den Spross durchziehendes Mycel, das vielleicht im Wurzelstocke ausdauert, angenommen werden. Leider gelang es mir nicht, dasselbe nachzuweisen. Das fruktifizierende Mycel verläuft in den Blättern subepidermal (Fig. 1) und zwar ausschliesslich unter der Epidermis der Blattoberseite. Es bildet hier ein geschlossenes Hymenium von askogenen, 22—23 μ hohen und 20—36 μ breiten Zellen, die sich mit einer derben ($1^1/_2$—2 μ dicken) Wand umgeben (Fig. 2). Diese Zellen springen oberseits an der Scheidewand zweier Epidermiszellen auf, diese dadurch auseinander treibend, und ihre innere, zarte Membran tritt nun als 78—120 μ langer und 16—25 μ dicker Askus aus. Die so entstehenden Schläuche werden von den Mutterzellen, die den Stielzellen vieler *Taphrina*-Arten homolog sind, nicht durch eine Scheidewand abgetrennt. Die Gestalt der Schläuche ist keine sehr beständige. Sie sind meist zylindrisch, oben abgerundet, abgestutzt oder selten eingesenkt, häufig aber auch oben und unten etwas verschmälert (Fig. 3). Im Innern der Schläuche beginnt bald Konidiensprossung, bevor typische Sporenbildung eingetreten wäre. Schliesslich sind die Schläuche dicht angefüllt von kleinen 2—3 μ langen und 2 μ breiten, rundlichen bis ovalen Sprosskonidien. Bei der Entleerung rollt sich die Askusmembran zurück. Ich muss mir vorbehalten, die Vorgänge bei der Sporenbildung später an fixiertem Material genauer zu verfolgen. Für die vorliegenden Feststellungen benützte ich Herbarmaterial, da das fixierte zum Teil verdarb, zum Teil zu alte unbrauchbare Zustände aufwies. Man findet die Schläuche nur auf jungen Blättern schön entwickelt.

Etwelche Schwierigkeiten verursachte die Zuweisung der neuen Art zu einer der bestehenden Gattungen. Von vornherein ausgeschlossen schien das von LAGERHEIM und JUEL[1]) neu aufgestellte Genus *Taphridium* wegen der Bildung unverkennbarer Schläuche und weil diese oder die askogenen Zellen sicher nicht von anfang an vielkernig sind. Auch zu *Magnusiella* lässt sich die Art nicht stellen, weil sie ein deutliches Hymenium bildet; die Schläuche gehen nicht direkt aus den an die Oberfläche der Blätter dringenden Myceliästen hervor,[2]) wie das bei *Magnusiella Potentillae* (Farl.) Sadeb., die jetzt als Typus der Gattung zu gelten hat, der Fall ist. Aber auch zu *Taphrina* stimmt die vorliegende Art nicht ganz; vor allem nicht wegen des durchaus subepidermalen, nicht subkutikularen Hymeniums und der Bildung dickwandiger Askogone. Auch die Entstehungsart der Schläuche scheint grundverschieden zu sein. Die vorliegende Art gleicht in dieser Beziehung auffallend *Taphridium umbelliferarum* (Rostr.) Lagh. und Juel, deren dickwandige Sporangien nach JUEL (l. c. S. 9ff.) ebenfalls durch subepidermal verlaufende Mycelien angelegt werden und erst später interzellular senkrecht absteigende Hyphen bilden, die ich bei meiner Art nicht beobachten konnte. Doch ist diese Übereinstimmung mit Vorsicht zu verwerten. Es erscheint mir ausser allem Zweifel, dass die Dickwandigkeit und das Aufspringen der Sporangien bezw. der Askogone durch die subepidermale Lage bedingt wird, die dem Freiwerden des Sporangiuminhaltes bezw. des Schlauches grösseren Widerstand entgegensetzt, als eine blos subkutikulare Lagerung.

Die Art wegen dieser Eigentümlichkeiten in eine besondere Gattung zu versetzen, erscheint mir verfrüht. Ich stelle sie vorläufig zu *Taphrina*, indem ich diese Gattung im weiteren Sinne GIESENHAGEN's nehme als *Taphrina rhaetica* nov. spec. unter Hinweis darauf, dass in dieses Genus auch schon eine Art Aufnahme gefunden hat, deren fertiles Mycel nicht subkutikular verläuft, sondern in die Epidermiszellen eindringt und hier Gruppen von askogenen Zellen bildet: *Taphrina Laurenciae* Gieshag. auf *Pteris quadriaurita* Retz.[3]) Sie wird ja freilich auch wohl als besonderes Subgenus oder Genus *Taphrinopsis* Gieshag. betrachtet.

---

1) H. O. JUEL. *Taphridium* Lagerh. und Juel, eine neue Gattung der Protomycetaceen. Bihang till Kgl. Svenska Vetenkaps-Akademiens Handlingar XXVII, Afd. III, Nr. 16. — Herr Prof. MAGNUS hatte die Freundlichkeit, mich auf diese Abhandlung aufmerksam zu machen.

2) Vergl. R. SADEBECK. Die parasitischen Exoasceen. Jahrbuch der Hamburgischen wissenschaftl. Anstalten, X, 1892, S. 40, und K. GIESENHAGEN, *Taphrina, Exoascus* und *Magnusiella*. Bot. Zeitung 1901, Heft VII, S. 121ff.

3) Gleicherweise verhält sich die neuerdings beschriebene *Taphrina Tonduziana* P. Henn. auf *Pteris aculeata* Sav. nach H. REHM, Hedwigia XLII. 1903 (290).

Die Stellung der neuen Art in der Gattung *Taphrina* ist jedenfalls eine ganz eigenartige. Und es ist interessant, dass diese erste Exoascee, die auf einer Komposite gefunden worden ist, so sehr abweicht von den übrigen Arten, die auf ganz anderen Pflanzenfamilien parasitierend gefunden werden. Es scheint mir das zur Ansicht GIESENHAGEN's zu stimmen, dass die Exoasceen, die ein und dieselbe Pflanzenfamilie bewohnen, unter sich verwandt sind.[1])

Taphrina rhaetica wird voraussichtlich in Fascikel XXXII von REHM's Askomyceten ausgeben werden.

II. Auf *Aronicum scorpioides* (L.) Koch ist in den Alpen sehr häufig das *Fusicladium Aronici* (Fuck.) Sacc. Ich fand es in Graubünden. sehr verbreitet im Hochwanggebiete und in Safien und sah es auch von St. Antonien (leg. C. SCHRÖTER). Ausser auf *Aronicum scorpioides* kommt es auch auf *A. Clusii* Koch[2]) auf *Doronicum austriacum* Jacq.[3]) und auf *D. caucasicum* M. B. (P. MAGNUS l. c.) vor. FUCKEL[4]) vermutete, dass diese Konidienform zu einer *Sphaerella* gehören möchte, die er als „*Sphaerella? Aronici*“ bezeichnete. Aber ausser einer *Phyllosticta*, die er l. c. beschreibt, ist bis heute keine weitere Fruchtform des Pilzes bekannt geworden. Die *Phyllosticta*, die SACCARDO *Ph. Aronici* neunt, ist später wiederholt gefunden worden, stets in den *Fusicladium*-Flecken, aber auf der Blattoberseite (vgl. J. SCHRÖTER l. c., P. MAGNUS l. c.), während das *Fusicladium* unterseits fruktifiziert. Sie gehört unzweifelhaft zum *Fusicladium*, tritt aber erst auf älteren Flecken auf. Gegen Ende September fand ich dann regelmässig unreife, meist oberseits liegende Perithecien mit 140—160 μ Durchmesser und starker schwarzer Wandung. Versuche diese Perithecien durch Überwintern im Freien in Zürich zur Reife zu bringen, misslangen. Es bildete sich jeweils wieder die *Phyllosticta*, die ich auch auf den gleich zu erwähnenden überwinterten *Aronicum*-Blättern in den Alpen fand. Der Pilz kann also mit Umgehung der Askosporenform überwintern, wenn die *Phyllosticta*-Konidien junge, kräftig wachsende Blätter anzustecken vermögen.

Auf überwinterten *Aronicum*-Blättern, die ich Ende Juni dieses Jahres auf der Fürstenalp (Graubünden) sammelte, gelang es mir dagegen leicht, durch mehrtägiges Feuchthalten die Perithecien in den *Fusicladium*-Flecken zur Reife zu bringen. Es entwickelten

---

1) K. GIESENHAGEN. Die Entwicklungsreihen der parasitischen Exoasceen. Flora 81, 1895, Ergänzungsband, S. 267.

2) P. MAGNUS. Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis der Pilze des Orients Bull. Herb. Boissier, II. Sér., 1903, III, Nr. 7, S. 583.

3) J. SCHRÖTER. Kryptogamenflora von Schlesien. Pilze. II. Hälfte, S. 497.

4) L. FUCKEL. *Symbolae mycologicae*. III. Nachtrag. Jahrbücher des Nassau. Vereins für Naturkunde XXIX und XXX, 1876/77, S. 18.

sich in ihnen wenige (5 12) sackförmige, 50—80 μ lange und 25 bis 40 μ breite Schläuche, die in ihrem Innern acht gehäuft liegende, zweizellige Sporen bilden (Fig. 4). Der Askus ist am Scheitel etwas verdickt und besitzt hier einen deutlichen Porus, der sich mit Jod nicht bläut. Durch diesen Porus tritt die innere, dünne Askusmembran beim Auswerfen der Sporen als geschlossener Sack aus. Die Askosporen sind farblos mit einem schwachen Stich ins Gelbliche, 30—40 μ lang und 9—10 μ dick, an der Scheidewand, die in der Mitte oder etwas über ihr liegt, kaum eingeschnürt; der obere Teil ist nur wenig breiter als der untere. Die äussere Membran ist verquollen, so dass die Sporen, wenn sie ausgeworfen werden, leicht an den Gegenständen kleben bleiben, auf die sie zu liegen kommen. Paraphysen fehlen.

Versuche mit den Sporen *Aronicum*-Keimlinge anzustecken misslangen. Die infizierten Blätter starben ab, bevor sich das *Fusicladium* hätte entwickeln können. Liess ich dagegen die Askosporen auf Luzerne-Gelatineplatten abschleudern, so keimten sie sofort aus (Fig. 5) und bildeten ein üppiges, braunes Mycel, an dem nach sechs Wochen einzellige, selten zweizellige, bräunliche, ovale, 26 44 μ lange und 10—22 μ dicke Konidien (Fig. 6) zu beobachten waren. Die Übereinstimmung mit den zweizelligen, 35 - 50 μ langen und 7—11 μ dicken *Fusicladium*-Konidien ist also nicht sehr gross. Dessenungeachtet ist an der Zugehörigkeit der gefundenen *Mycosphaerella*, die ich *Mycosphaerella Aronici* nenne, nicht zu zweifeln.

Auf *Aronicum scorpioides* kommt ausser dem *Fusicladium* noch ein zweiter Hyphomycet vor, der sicher nicht zu *Mycosphaerella Aronici* gehört. Ich fand ihn am Güunerhorn in Safien und im August laufenden Jahres auf der Fürstenalp Auf fusicladiumkranken *Aronicum*-Pflanzen konnte ich ihn nie beobachten. Die farblosen Mycelfäden dieses Pilzes verlaufen interzellular in eckig durch die Blattnerven begrenzten, rotbraunen Flecken. Unter den Spaltöffnungen verzweigen sie sich reichlich und bilden einen dicken Hyphenknäuel, der durch das Stoma reichliche, farblose, zarte (3 μ dicke) Mycelfäden aussendet (Fig. 9). Ich fand diese Hyphenbüschel nur auf der Blattoberseite; sie gelangen ausschliesslich durch die Spaltöffnungen ins Freie, nie zwischen Epidermiszellen. Der obere Teil dieser Hyphen wird als farblose, 35—75 μ lange und 3—4 μ dicke, 2—4zellige, zylindrische Konidie (Fig. 8) abgeschnürt. Auf einem Konidienträger wird so nur eine endständige Konidie gebildet. Der Scheitel des 30—50 μ langen Trägers erscheint daher abgestutzt; ein seitliches Weiterwachsen zur Bildung einer zweiten Konidie und daher zackiger Verlauf des Trägers tritt nicht ein. Dadurch unterscheidet sich die vorliegende Form leicht von der auf Kompositen so verbreiteten *Ramularia filaris* Fres. Sie weicht von dieser ausserdem durch die

langen schmalen, oft einseitig etwas verdünnten Konidien ab. Ich stelle sie daher zu *Cercosporella* als *Cercosporella aronicicola*. Sie gehört sicher zu einem von *Mycosphaerella Aronici* verschiedenen Askomyceten.

Ausserdem fand ich am Bärenhorn in Safien (Graubünden), 2700 *m* ü. M. auf *Aronicum Clusii*, das nicht fusicladiumkrank war, eine weitere *Phyllosticta*-Form. Die zahlreichen, auf rotbraunen Blattflecken herdenweise zusammenstehenden Pykniden von 70—100 μ Durchmesser werden von einem farblosen Mycel gebildet, das auch in der Pyknidenwand nur schwach gelblich sich färbt. Im Innern dieser Pykniden werden die farblosen, kleinen, 4—5 μ langen und 1 μ dicken Konidien gebildet. Diese *Phyllosticta* ist von *Phyllosticta Aronici* ganz verschieden durch ihr farbloses Mycel, welches das Blattgewebe nicht mumifiziert, und durch die Form und Grösse der Konidien, die ich bei *Phyllosticta Aronici* entsprechend den Angaben FUCKEL's und SACCARDO's $7^1/_2$—9 μ lang und $2^1/_2$—3 μ dick fand. Sie gehört in die Verwandtschaft der *Phyllosticta Arnicae* (Fuck.) Allesch. Mit ihr fand ich zahlreiche, etwas grössere (Durchmesser 100—150 μ) unreife Perithecien, deren schwach gelbliche Wand nur am Scheitel dunkel gefärbt war.

Erklärung der Abbildungen.

I. *Taphrina rhaetica* Volkart. Fig. 1 subepidermales Mycel, Vergr. 500. — Fig. 2 Hymenium von askogenen Zellen (a), Vergr. 500. — Fig. 3 Hymenium mit Schläuchen, Vergr. 500.

II. *Mycosphaerella Aronici* (Fuck.) Volkart. Fig. 4 Perithecium, Vergr. 400. — Fig. 5 keimende Askosporen, Vergr. 500. — Fig. 6 Konidie (c) aus Gelatineplattenkulturen, Vergr. 500.

III. *Cercosporella aronicicola* Volkart. Fig. 7 Konidienträgerbüschel, Vergr. 400. — Fig. 8 einzelne Konidien und Enden der Konidienträger, Vergr. 500.

65. J. Reinke: Symbiose von Volvox und Azotobacter.

(Aus den Arbeiten des Botanischen Instituts in Kiel mitgeteilt).

Eingegangen am 27. Oktober 1903.

Nachdem Herr KEUTNER im Laufe seiner Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterien des Meeres[1]) gefunden hatte, dass die

1) Vergl. BENECKE und KEUTNER, Über stickstoffbindende Bakterien aus der Ostsee, Heft 6 dieser Berichte; und REINKE, Die zur Ernährung der Meeresorganismen disponiblen Quellen an Stickstoff, Heft 7 dieser Berichte.

von ihm durch Einsetzen von Stücken in Nährlösung untersuchten Algen der Ostsee ausnahmslos an ihrer Oberfläche mit Azotobacter behaftet waren, ergab sich die Perspektive, dass analog der Symbiose von Bakterien und Leguminosen die Meeresalgen, sowohl die festsitzenden als auch besonders die des Planktons, in ihrer Symbiose mit Azotobacter gewissermassen ein Organ zur Assimilation des im Meerwasser in unbegrenzter Menge absorbierten elementaren Stickstoffs besitzen. Wenn zunächst direkt auch nur gezeigt werden kann, dass die Zellen des Azotobacter den elementaren Stickstoff assimilieren, ihn zur Synthese von Eiweisskörpern verwenden, so ist damit unbedingt auch die Möglichkeit gegeben, dass jene Bakterien von den durch sie gebildeten Stickstoffassimilaten an ihr Substrat, an die Algen, abgeben, in deren Oberfläche sie, wie ich mir vorstelle, so fest eingenistet sind, dass ein Zellenverband von gewebeähnlicher Innigkeit entsteht; und der Folgerung wird sich schwerlich jemand entziehen können, dass in der bezeichneten Tätigkeit der Stickstoffbakterien die Hauptquelle des assimilierten Stickstoffs zu suchen ist, die in der Flora und Fauna des Meeres in ungeheuren Massen sich angehäuft findet.

Schon in meiner Notiz über die Stickstoffquellen der Meeresorganismen wies ich zum Schluss darauf hin, dass Stickstoffbakterien auch an der Oberfläche von Süsswasseralgen vorkommen könnten, womit ich andeuten wollte, dass sie dort eine entsprechende Aufgabe der Stickstoffassimilation erfüllen dürften, wie bei den Meeresalgen. Im Verfolg jenes Gedankens veranlasste ich[1]) Herrn Keutner, eine Anzahl von Untersuchungen an Planktonalgen des süssen Wassers auszuführen.

Herr Keutner setzte im August d. J. eine grössere Anzahl von Kulturen an mit Proben von gemischtem Süsswasserplankton, das er im Lankener See bei Preetz gefischt hatte. Ausserdem wurden gleichzeitig aus dem Teiche des hiesigen botanischen Gartens eine *Spirogyra* und *Volvox Globator* in Kultur genommen. Die Kulturen blieben während der Universitätsferien sich selbst überlassen. Nach Ablauf derselben, im Oktober, zeigten sämtliche Kulturen ausnahmslos eine starke Entwicklung von Azotobacter und ergaben für die benutzten 200 *ccm* stickstofffreier Nährlösung einen ansehnlichen Erwerb an gebundenem Stickstoff, im Durchschnitt etwa 1 *mg*. Von diesen Kulturen sei als Beispiel eine einzige, die mit *Volvox Globator* angestellte, etwas näher ins Auge gefasst.

1) Die täglichen Arbeiten der selbständigen Praktikanten des botanischen Instituts werden von Herrn Prof. Benecke und mir in Gemeinschaft geleitet. Es ergibt sich daraus von selbst, dass bald mehr der anregende Einfluss des einen, bald der des andern von uns auf die Praktikanten hervortritt.

Die mit dem Teichwasser geschöpften reinen Kugeln von *Volvox* wurden auf dem Filter durch Auswaschen mit Leitungswasser sorgfältig von Resten des Teichwassers befreit, dann wurde eine einzige Kugel mittels eines sterilisierten Platindrahtes in die sterilisierte Nährlösung eines Erlenmeyerkolbens übertragen. Die Nährlösung enthielt auf 200 *ccm* Wasser an Nährstoffen: 4,0 Mannit, 0,1 Kaliumphosphat, 0,05 Magnesiumphosphat, 0,3 Calciumkarbonat. In der Lösung ergab sich nach ungefähr zehnwöchentlichem Stehen unter reichlicher Entwicklung von Azotobacter ein Gewinn von 11,6 *mg* an gebundenem Stickstoff, der nur auf die Assimilation des im Wasser absorbierten Luftstickstoffs zurückgeführt werden kann.

Die Infektion der Lösung mit Azotobacter ward nur dadurch möglich, dass an der Oberfläche der *Volvox*-Kugeln haftende Zellen desselben in die Nährlösung gelangten. Vorher hatten diese Bakterien ihren Nährboden, d. h. die für sie erforderlichen Nährstoffe, insbesondere ein Kohlenhydrat oder Mannit, auf den *Volvox*-Kugeln gefunden. Hier entwickelte sich zweifelsohne eine Symbiose von der Art, dass Azotobacter durch die grünen Zellen des *Volvox* mit Kohlenstoff in organischer Form versehen wurde und mutmasslich dafür an seinen Wirt Stickstoff in gebundener Form abgab. Nach dieser Auffassung wäre die Bedeutung des Azotobacter die gleiche für die Stickstoffernährung der Süsswasserorganismen wie für diejenige der Pflanzen und Tiere des Meeres.

Ich bin überzeugt, dass die Hypothese, der in den Pflanzen und Tieren des Ozeans wie der süssen Gewässer gegebene Vorrat von Stickstoff in Gestalt von Eiweiss werde ganz überwiegend durch die Tätigkeit von Bakterien aus dem Luftstickstoff gewonnen, vor jeder anderen Hypothese der Stickstoffernährung der Wasserorganismen den Vorzug verdient.

Nach einer mir soeben durch das Botanische Zentralblatt Nr. 41 bekannt gewordenen Arbeit von GERLACH und VOGEL[1]) besitzt Azotobacter eine Eigenschaft, die ihn als vorzüglichen Stickstoffsammler erscheinen lässt und ihn dadurch auch besonders zum symbiotischen Stickstoffassimilator für andere Pflanzen qualifiziert, das ist der verhältnismässig hohe Stickstoffgehalt seiner Trockensubstanz. Nach den genannten Autoren beträgt derselbe 10 bis 12 pCt. Ich erblicke darin eine wichtige Stütze meiner Hypothese.

1) Im Zentralblatt für Bakteriologie. Abt. II, Bd X, Nr. 20/21.

66. N. Gaidukov: Weitere Untersuchungen über den Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung der Oscillarien.

Mit einer Tafel XXVI.

Eingegangen am 28. Oktober 1903.

In vorliegender Abhandlung teile ich einige weitere Resultate meiner Untersuchungen über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung der Oscillarien mit. Meine früheren,[1]) an ursprünglich violetten Exemplaren von *O. sancta* angestellten Versuche hatten gelehrt, dass bei dieser Art die Farbe der lebenden Zellen unter dem Einflusse farbigen Lichts sich allmählich ändert und zwar im allgemeinen in dem Sinne, „dass das Absorptionsvermögen des Chromophylls für die in der einwirkenden Strahlung dominierenden Wellenlängen zunimmt und für die relativ geschwächten abnimmt. Es wurde dieses Gesetz nach dem Vorschlag von Prof. Engelmann als das der komplementären chromatischen Adaptation bezeichnet. Es spricht sich in vielen Fällen (für nicht Farbenblinde) ohne weiteres anschaulich darin aus, dass die ursprüngliche Farbe mehr und mehr komplementär zu der des einwirkenden Lichts wird. So veranlasste die Einwirkung von

rotem	Licht	das	Entstehen	grünlicher	Färbung
gelbbraunem	„	„	„	blaugrüner	„
grünem	„	„	„	rötlicher	„
blauem	„	„	„	braungelber	„

Da, wo die blosse Beobachtung mit unbewaffnetem Auge nicht genügt, um die Änderung der relativen Absorption sicher zu beurteilen, gibt der Anblick des Absorptionsspektrums meist genügenden Aufschluss. In allen Fällen aber liefert — auch für Farbenblinde — die spektrophotometrische Messung sichere Auskunft, indem sie für

1) N. Gaidukov. Über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung lebender Oscillarien. Anhg. zur Abh. der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1902. Sitzungsber. der Königl. Preuss. Akademie vom 31. Juli 1902. Vergl. auch Th. W. Engelmann, Über experimentelle Erzeugung zweckmässiger Änderungen der Färbung pflanzlicher Chromophylle durch farbiges Licht. Bericht über Versuche von Dr. N. Gaidukov, Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiolog. Abteilung 1902, S. 333. — Über die Vererbung künstlich erzeugter Farbenänderungen bei Oscillarien. Nach Versuchen von N. Gaidukov, Verh. physiolog. Gesellschaft. Berlin 1902/03.

jede Wellenlänge den relativen Betrag der Absorption zahlenmässig festzustellen gestattet".

„Es unterscheidet sich der von uns nachgewiesene Vorgang prinzipiell von allen bisher bekannten Wirkungen farbigen Lichtes auf körperliche Farben dadurch, dass bei den letzteren die Farbe des beleuchteten — leblosen oder lebendigen — Körpers zu der des einwirkenden Lichts nicht mehr oder weniger komplementär, sondern vielmehr ähnlicher oder gleich wird. Hier handelt es sich also um einen entgegengesetzt gerichteten Vorgang, den man als chromatische Assimilation[1]) bezeichnen könnte."

„An die zahlreichen bei lebenden Organismen vorkommenden Fälle von Farbenänderung durch farbiges Licht schliesst sich aber unser Vorgang der komplementären chromatischen Adaptation doch insofern an, als in beiden die Farbenänderung nicht einfach auf einer direkten mechanischen (im weitesten Sinne) Wirkung des Lichts auf die farbige Substanz beruht, sondern der Vermittelung lebendigen Zellplasmas, also eines physiologischen Prozesses, bedarf. Weder in toten Zellen, noch in der Lösung tritt eine komplementäre Farbenveränderung der Chromophylle unserer Oscillaria ein."

Versuche mit O. caldariorum.

Schon in der vorigen Abhandlung wurde kurz angedeutet, dass die Versuche mit der ursprünglich blaugrünen *O. caldariorum* Hauck f. *viridis* mihi ähnliche Resultate ergaben wie die mit der ursprünglich violetten *O. sancta* Kütz. f. *violacea* mihi, insofern auch die Farbenveränderung von *O. caldariorum* dem Gesetz der komplementären chromatischen Adaptation folgte. Mit Folgendem sollen nähere Belege für diese Tatsachen gegeben werden.[2]) Die spektrophotometrischen Bestimmungen wurden in der a. a. O.[3]) beschriebenen Weise mit denselben Vorrichtungen wie die früheren ausgeführt.

Die Färbung von *O caldariorum*[4]) war blaugrün resp. spangrün, bei einigen Zellen mehr blau, bei anderen mehr grün. Im Spektrum der mehr grünen Zellen[5]) war das Helligkeitsminimum bei λ 675

1) Die Erscheinungen der komplementären chromatischen Adaptation in der Natur, vergl. Nadson, Die perforierenden (kalkbohrenden) Algen und ihre Bedeutung in der Natur, Scripta botanica horti Univers. Petropolit. fasc. XVIII, 1900, S. 15, 37. O. Zacharias, Zur Kenntnis der niederen Flora und Fauna holsteinischer Moorsümpfe, Forschungsber. Biolog. Station Plön, X, 1903, S. 275.

2) Siehe auch: N. Gaidukov, Über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung der Oscillarien. Scripta bot. horti Univers. Petropol. fasc. XXII, 1903.

3) Siehe Gaidukov, Abhandl. Akad. Wiss. l. c. S. 8—13.

4) Näheres über *O. caldariorum* und über die Methodik der Untersuchung siehe Gaidukov, Abh. Akad. Wiss. S. 6—8.

5) Siehe Kurve 10.

(Chlorophyllband), im Spektrum der mehr blauen[1]) das bei λ 625 (Phycocyanband) das dunkelste. Es waren diese Spektren ähnlich denen der im gelben Lichte gezogenen spangrünen Zellen der *O. sancta.*[2])

Die Versuche mit *O. caldariorum* wurden in derselben Zeit (März—Oktober 1902) und unter denselben Bedingungen wie mit *O. sancta* angestellt. In dem karminroten und anilinvioletten Lichte, unter den braungelben Petrischalen behielt *O. caldariorum* die ursprüngliche Färbung, und, wie in der vorigen Abhandlung gesagt wurde, wuchs sie dort stärker als *O. sancta.* Unter den blauen Schalen wuchs *O. caldariorum* sehr schlecht, während *O. sancta* immer siegte, und noch schlechter im Kupferoxydammoniaklichte, wo erstere bald zu grunde ging.

Sehr auffallend waren die Resultate bei den Kulturen der *O. caldariorum* im grünen Lichte (Kupferchloridlösung). Wie ich schon früher mitgeteilt habe, wurde im Juni 1902 *O. caldariorum* in Petrischalen auf Agar-Agar übertragen aus Tellerkulturen (Erde mit Leitungswasser), in denen *O. sancta* fast ganz fehlte, erstere aber sehr stark entwickelt war. In den Agar-Agarkulturen entwickelte sich im Laufe eines Monats *O. sancta*, die violett und braun war, ebenso stark, wie *O. caldariorum.* Einige Fäden der letzteren blieben spangrün, doch die anderen fingen an sich zuerst graugrün,[3]) dann hellviolett,[4]) violett[5]) und schliesslich braun[6]) zu färben. Solche Kulturen wurden Anfang August aus dem Lichtfilter entfernt und in gewöhnliches, weisses Licht gestellt. Monatelang (bis Dezember 1902) wuchsen diese Kulturen ganz gut, und die beiden Formen entwickelten sich reichlich, die typischen spangrünen (*O. caldariorum*) und violetten (*O. sancta*), sowie die graugrünen, hellvioletten, violetten und braunen Zellen. Die Spektra und die spektrophotometrischen Kurven dieser Zellen der *O. caldariorum* waren ähnlich den ähnlich gefärbten Zellen der *O. sancta.*[7])

Die im vorhergehenden verzeichneten Tatsachen lehren somit, dass auch bei *O. caldariorum* die Farbenveränderung von der Farbe des einwirkenden Lichts abhängt und zwar im allgemeinen, in dem Sinne des Gesetzes der komplementären chromatischen Adaptation. Im karmin, anilinviolett und in gelbbraunem Lichte siegte *O. cal-*

1) Siehe Kurve 9.
2) Siehe Gaidukov, l. c. p. Fig. VIII.
3) Siehe Kurve 12.
4) Siehe Kurve 13.
5) Siehe Kurve 14.
6) Siehe Kurve 15.
7) Siehe l. c. F. I—VIII.

dariorum über *O. sancta* und behielt ihr ursprüngliches blaugrünes Chromophyll, weil hinter den genannten Lichtfiltern die roten und orangen Strahlen,[1]) welche dies Chromophyll am stärksten absorbiert, relativ sehr intensiv sind. Das grüne ($CuCl_2$) Licht,[2]) welches rot und orange sehr stark absorbiert, grün und blau aber sehr schwach, veranlasste dagegen das Entstehen braungelben Farbstoffs, welcher die roten und orangen Strahlen am schwächsten und die grünen und blauen am stärksten absorbiert. Diese Versuche bestätigen auch unser früher Gesagtes[3]), „dass die unter Einfluss farbigen Lichts einmal künstlich erzeugte neue Färbung und Farbstofferzeugung sich auch nach Rückversetzung der Fäden in weisses Licht monatelang erhalten kann.“

Der Gang der Farbenveränderung war, wie schon erwähnt, folgender: Die spangrünen Zellen wurden zuerst blau, hellspangrün bis graugrün, manchmal fast grau gefärbt, dann gräulich oder weisslich violett, intensiv violett und schliesslich braun und gelbbraun. Dieser Gang der Farbenveränderung ist ganz ähnlich dem der ursprünglich violetten Zellen der *O. sancta*, welche im roten und gelben Lichte wachsen. Doch verläuft im letzten Falle der Gang der Farbenänderung in der umgekehrten Richtung, weil hier das violette Chromophyll sich in blaugrünes usw. verändert, um die roten und orangen Strahlen stärker zu absorbieren; während im anderen Falle blaugrünes Chromophyll sich in violettes und schliesslich in braunes verwandelt, welches die grünen und blauen Strahlen besser zu absorbieren vermag. Die Umwandlung des violetten Chromophylls in braunes ist dasselbe, wie bei *O. caldariorum* in den Kulturen in blauem und grünem Lichte. Den Gang der Farbenveränderung stellt folgende Tabelle dar:

O. sancta.				*O. caldariorum.*
im roten und gelbbraunen Lichte.	↑	Himmelblau.	↓	im weissen Lichte.
		Blaugrün und spangrün.		
		Hellblaugrün und hellspangrün.		im grünen Lichte.
		Graugrün und grau.		
		Weisslich - gräulich und hellviolett.		
im weissen Lichte.	↓	Violett bis braunviolett.		
im grünen und blauen Lichte.		Braun, gelbbraun.		
		Orange und rötlich.	↓	

1) Siehe l. c. Fig. V—VIII.
2) Siehe l. c. Fig. IV.
3) Siehe l. c. S. 31.

Wenn man nun auch sehr wenig Brauchbares weiss über die chemische Natur der Chromophylle und über die physiologischen und chemischen Bedingungen ihres Auf- und Abbaues, so weist doch der optisch ähnliche Gang der Veränderung der Färbungen bei den beiden genannten Oscillarienarten auf sehr nahe Verwandtschaft ihrer Chromophylle.

Die Tatsache, dass im grünen Lichte *O. sancta* über *O. caldariorum* siegte, kann man dadurch erklären, dass die erstere ihre violette Färbung nur in gelbbraun usw. zu verändern brauchte, während die letztere ihre spangrüne Färbung zwar auch in braun änderte, aber nicht direkt wie *O. sancta*, sondern auf einem Umwege über graugrün, hellviolett und violett. Hinter blauen Schalen wuchs *O. caldariorum* fast garnicht, weil genannte Beleuchtung[1]) für sie zu ungünstig war. Im Kupferoxydammoniaklichte, wo fast nur die blauen und die violetten Wellenlängen durchgelassen werden,[2]) sahen wir beide Formen zugrunde gehen. Es ist sehr wichtig, dass in diesem Lichte nur die Diatomaceen, welche die blauen und violetten Strahlen sehr stark absorbieren, sehr gut wuchsen.

Über den Einfluss farbigen Lichte auf tote Zellen und auf Lösungen der Chromophyllfarbstoffe.

Zur Untersuchung des Einflusses farbigen Lichte auf die Färbung toter Oscillarien wurden die Fäden der *O. sancta* und *O. caldariorum* bei gewöhnlicher Temperatur auf einem Objektträger eingetrocknet, in Kanadabalsam eingeschlossen, mit einem Deckglas bedeckt und hinter den genannten Lichtfilter gestellt. Nach einem etwa dreimonatlichem Aufenthalte (Juli bis Oktober 1902) hinter den genannten Lichtfiltern war die Färbung beider Oscillarien, d. h. violette und blaugrüne, unverändert geblieben.

Die Versuche über die Einwirkung farbigen Lichts auf isolierte Farbstoffe von *O. sancta* wurden folgenderweise angestellt. Ein violettes stark entwickeltes Lager der *O. sancta* wurde in eine Flasche mit thymolisiertem destilliertem Wasser übertragen und mit einem Glasstab zerquetscht. Nach ca. 24 Stunden war der Wasserauszug intensiv rötlich violett gefärbt mit starker orangegelber Fluoreszenz. Dieser Wasserauszug wurde filtriert, mit Hilfe einer GÄRTNER'schen Zentrifuge gereinigt und in kleine Reagenzgläschen gefüllt. Die Pfropfen der letzteren wurden mit Paraffin verkittet und hinter die Lichtfilter gestellt. Nach ca. dreimonatlichem Aufenthalte (Juli bis Oktober 1902) war die Lösung, welche im weissen Lichte stand, schmutzigbraun,

1) Siehe l. c. Fig. 3.
2) Siehe l. c. Tabelle III.

im gelbbraunen Lichte (Petrischalen) schwach graubraun, fast ganz farblos, im blauen war dagegen die ursprüngliche Färbung mehr oder weniger erhalten und die Fluoreszenz sehr geschwächt[1]).

Die Resultate dieser Versuche waren ganz entgegengesetzt. In keinem Falle fand eine komplementäre Farbenveränderung statt. Diese Versuche bestätigen also, dass der Vorgang der komplementären chromatischen Adaptation ein physiologischer Prozess ist und der Vermittelung lebendigen Zellplasmas bedarf.

Zum Schlusse ist es mir eine sehr angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat Prof. Dr. TH. W. ENGELMANN für die gütige Anregung zu obigen Versuchen und für die Unterstützung durch Rat und Tat meinen ergebensten und herzlichsten Dank auszusprechen.

In der Besprechung[2]) der betr. Abhandlungen bemerkt Herr Prof. OLTMANNS: „Ich glaube indess vorläufig nicht, dass die helle, oft strohgelbe Färbung, welche die Florideen annehmen können, die gleichen Ursachen (d. h. komplementäre chromatische Adaptation) haben.“ — Ich nehme aber an, dass auch bei den Versuchen von OLTMANNS die Ursache der Farbenveränderung die komplementäre chromatische Adaptation war.

Nur[3]) im grünen und blauen Lichte und in grösseren Tiefen sind die Florideen typisch rot gefärbt. Auf der Oberfläche des Meeres, im weissen und gelben Lichte sind sie blasser und haben mehr braune Färbung, d. h. im letzteren Falle sind sie nicht wie die roten Algen gefärbt, die in grösseren Tiefen wachsen und nur die dort existierenden grünen Strahlen absorbieren, sondern wie die braunen Algen, welche die roten Strahlen stark absorbieren,[4]) und in nicht so grossen Tiefen wachsen. Anscheinend hält OLTMANNS zwei verschiedene Erscheinungen für eine: die Veränderung und das Verblassen der Färbung. Bei starker Beleuchtung können die Florideen verblassen, ohne ihre rote Färbung in die gelbe oder braune zu verwandeln; doch kann das Verblassen auch bei der Farbenveränderung entstehen, als ein Stadium der letzten Erscheinung.

---

1) Diese Beobachtung stimmt mit der früher von ROSANOFF (Physiologische Beobachtungen etc., 1867, S. 28) gemachten überein, dass die Phycoerithrinlösung im gelben Lichte sich schneller entfärbt als im blauen.

2) Botanische Zeitung, 1903, II, S. 226.

3) Vergl. OLTMANNS, Über die Kulturen und Lebensbedingungen der Meeresalgen, PRINGSHEIM's Jahrbücher, 23, 1892.

4) Vergl. ENGELMANN, Untersuchungen über die quantitativen Beziehungen zwischen Absorption des Lichtes und Assimilation in Pflanzenzellen. Botanische Zeitung, 1884, Nr. 6 und 7.

Meine Versuche haben gezeigt, dass bei der Umwandlung des violetten Chromophylls in das blaugrüne einerseits, und des blaugrünen ins braune andererseits, mehrere sehr blasse Zwischenfärbungen entstehen.[1])

Aus dem früher Gesagten geht auch hervor, dass die Farbenveränderung ungefähr durch die ganze Leiter der Spektralfarben geht. Deshalb scheint es mir leicht möglich, dass die braunen und gelben Färbungen, welche OLTMANNS bemerkte, eben diese Zwischenfärbungen waren. BERTHOLD[2]) beobachtete sogar, dass einige auf der Oberfläche wachsende Florideen nicht nur bräunlich oder schwärzlich sondern auch grünlichgrau gefärbt wurden. Der letztere Fall scheint, unserer Ansicht nach, schon die richtige komplementäre chromatische Adaptation zu sein. Auch die fast gleiche Wirkung des hellen, weissen Lichtes und des gelben Lichtfilters kann man mit Hilfe unseres Gesetzes ganz gut erklären: im genannten Lichtfilter, sowie auch im weissen Lichte sind die wenig brechbaren Strahlen die intensivsten.

Die BERTHOLD-OLTMANNS'sche[3]) Theorie lehrt, dass das helle, weisse Licht für den roten Farbstoff der Florideen schädlich ist und dass darum die letzteren nur in grösseren Tiefen wachsen. Aus diesem Grunde steht die genannte Theorie im Widerspruch mit der Tatsache, dass die typisch florideenrot gefärbten Algen (z. B. *Porphyridium cruentum*[4]) auf der Oberfläche vorkommen. Dieses Vorkommen aber ist mit Hilfe der ENGELMANN'schen Theorie und des Gesetzes der komplementären chromatischen Adaptation ganz gut zu erklären. Diese Algen besitzen den roten Farbstoff, weil sie denselben ererbt haben, und behalten ihn, weil in dem weissen Lichte, wo sie wachsen, auch die Strahlen, welche der rote Farbstoff absorbiert, ganz intensiv sind[5]).

---

1) Vergl. GAIDUKOV, Abhandl. Akad. Wissensch., S. 21.

2) Vergl. BERTHOLD, Über die Verteilung der Algen im Golf von Neapel, 3, 1882.

3) Vergl. BERTHOLD, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen, PRINGSHEIM's Jahrbücher, 13, 1882, OLTMANNS l. c.

4) Vergl. GAIDUKOV, Zur Morphologie und Physiologie der Alge *Porphyridium cruentum*, Arbeiten St. Petersb. Naturf.-Ges., 30, I, 1899.

5) Vergl. Z. B. LANGLEY, On Energy and Vision, Philos. Magaz. 27, 1889, S. 3.

Tabelle I.

Spektrophotometrische Messungen der von verschiedenfarbigen Zellen von *Oscillaria caldariorum* durchgelassenen Lichtmengen (in Prozenten des auffallenden Lichts).

λ =	9 i =	10 i =	11 i =	12 i =
720—700	78,0	78,2	78,0	79,6
700—690	54,9	59,1	57,4	61,3
690—680	48,0	37,8	41,6	35,5
680—670	43,1	33,3	38,7	33,9
670—660	48,9	42,7	42,1	38,2
660—650	50,0	56,2	51,1	55,5
650—640	45,2	56,2	50,6	54,6
640—630	39,9	42,5	40,8	54,5
630—620	33,0	40,8	36,1	53,9
620—615	43,0	48,7	45,5	57,7
615—605	39,9	47,4	44,3	57,1
605—590	60,0	61,9	60,9	60,6
590—580	60,2	62,5	61,5	61,5
580—570	56,6	59,8	57,4	56,4
570—560	62,1	61,9	62,0	62,8
560—550	65,7	64,1	64,8	63,2
550—540	69,8	67,9	68,2	63,3
540—530	73,1	71,2	72,3	79,8
530—520	74,7	72,8	73,6	73,0
520—510	70,9	66,0	69,5	69,5
510—500	68,2	60,9	65,5	64,5
500—490	58,2	56,0	57,2	58,0
490—480	60,9	58,1	59,5	58,6
480—470	61,8	58,8	59,9	59,0
470—460	56,2	55,0	55,8	57,5
460—450	45,0	40,4	42,0	43,1
450—440	42,8	33,8	37,5	35,7
440—430	32,3	30,9	31,2	32,0
430—420	32,1	30,2	31,0	32,9

Die Zahlen sind die Mittelwerte aus je fünf Messungen.

Erklärung der Tabellen und der Figuren.

Spektrophotometrische Kurven der *Oscillaria caldariorum*.

Tabelle I, Taf. XXVI, Fig. 9. Der normalen himmelblauen Zellen.
„ I, „ XXVI, „ 10. Der normalen spangrünen Zellen.
„ I, „ XXVI, „ 11. Mittel von Messungen an vier verschiedenen normalen Fäden.

Tabelle II.

Spektrophotometrische Messungen der von verschiedenfarbigen Zellen von *Oscillaria caldariorum* durchgelassenen Lichtmengen.

λ =	13 i =	14 i =	15 i =	16 i =
720 - 700	79,8	85,5	95,0	83,6
700 - 690	65,5	64,1	75,0	65,4
690 - 680	44,3	44,9	49,9	43,9
680 – 670	36,0	37,1	45,0	39,8
670 - 660	44,9	45,0	50,1	45,7
660 650	55,2	55,2	57,4	53,5
600 - 640	59,5	60,8	60 2	57,0
640 – 630	52,9	56,9	60,8	53,2
630 620	54,0	55,8	58,9	51,6
620 – 610	59,0	59,5	65,7	57,5
610 – 600	60,2	65,7	67,5	60,8
600 – 590	67,9	70,8	70,3	67,0
590 – 580	65,5	60 3	60,0	61,1
580 – 570	51,8	36,0	45,9	48,0
570 - 560	57,6	40,7	42,6	50,7
560—555	65,1	41 3	43,1	51,7
555 - 540	64,7	40,9	37,8	50,9
540 - 530	69,5	51,4	40,3	56,9
530 – 520	72,1	56,3	42,2	59,3
520 – 510	69,6	54,5	41,2	57,5
510 – 500	57,5	49,6	38,9	52,3
500 – 490	55,2	44,6	36,2	46,6
490—480	57,9	49,1	4[illegible],5	50,5
480—470	60,0	49,8	41,3	51,1
470 – 460	54,0	44,7	39,3	49,4
460 450	49,6	30,2	35,2	41,0
450 - 440	35,1	29,0	29,9	33,5
440 – 430	30 0	28,8	29,0	30,0
430 – 420	29,0	29,1	28,0	30,0

Die Zahlen sind die Mittelwerte aus je fünf Messungen.

Tabelle I,	Taf. XXVI,	Fig.	12.	Der graugrünen Zellen aus $CaCl_2$-Lichtkulturen.
„ II,	„ XXVI,	„	13.	Der hellvioletten Zellen aus denselben Kulturen.
„ II,	„ XXVI,	„	14.	Der violetten Zellen aus denselben Kulturen.
„ II,	„ XXVI,	„	15.	Der braunen Zellen aus denselben Kulturen.
„ II,	„ XXVI,	„	16.	Mittel von Messungen an fünf verschieden gefärbten Fäden aus denselben Kulturen.

67. Oswald Richter: Reinkulturen von Diatomeen.

Mit Doppeltafel XXVII.

Eingegangen am 29. Oktober 1903.

Seitdem KOCH's berühmte Isolierungsmethoden in der Botanik Eingang gefunden und sich bei der Kultur von Bakterien und Pilzen glänzend bewährt haben, hat man bereits wiederholt versucht, Algen auf diese Weise in Reinkulturen zu gewinnen. Indem ich auf das ausführliche Literaturverzeichnis in ARTARI's Abhandlung „Über die Bildung des Chlorophylls durch grüne Algen“ [1]) verweise, möchte ich nur BEIJERINCK's [2]) Untersuchungsmethoden gedenken, dem es als Erstem gelang, die „Gelatinemethode“ zur Reinkultur von Algen zu verwerten.

In ihrer einfachsten Form beschreibt er sie S. 727: „Grabenwasser wurde, ohne Zusatz irgend einer Nährsubstanz, mit 10 pCt. Gelatine gekocht und auf die gewöhnliche Weise mit einem Tröpfchen des grünen Wassers vermischt, ausgegossen und erstarrt.“

Im späteren Verlaufe der Untersuchungen wurden Nährsalze, organische Beimengungen usw. zugetan und so die Physiologie und Biologie einer Reihe von Algen und einer Flechtengonidie ergründet.

Einen weiteren Fortschritt in der Methodik bedeutet BEIJERINCK's [3]) Reinkultur von *Pleurococcus vulgaris*.

Das Agar, dem die Nährsubstrate zugesetzt werden sollten, wurde nämlich vor Zusatz derselben mit destilliertem Wasser gut gewässert. Denn dadurch gehen die für das Aufkommen von Bakterien günstigen Stoffe in Lösung und werden entfernt. Über die Bedeutung des Waschens von Agar-Agar vergleiche KRASSER's „Algen“ [4]).

In einer 2prozentigen Lösung eines derartig gewässerten Agar kamen an anorganischen Nährsalzen auf 100 Teile dest. Wassers:

0,05 *g* . . . . . NH_4NO_3
0,02 „ . . . . . Kaliumphosphat (es wird nicht erwähnt, ob Mono- oder Di-)
0,02 „ . . . . . $MgSO_4$
0,01 „ . . . . . $CaCl_2$

1) A. ARTARI, diese Berichte Heft 4, 1902, S. 201.

2) M. W. BEIJERINCK, Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichenogonidien und anderen niederen Algen. Bot. Zeit. 1890, S. 725 u. f.

3) Derselbe, Notiz über *Pleurococcus vulgaris*. Centr. für Bakt. und Paras., Abt. II, 1898, Nr. 21.

4) F. KRASSER, „Algen“ in J. WIESNER „Die Rohstoffe des Pflanzenreiches“. II. Aufl., Bd. I, Leipzig 1900, S. 646.

Das genannte Agar erwies sich für die Reinkultur von Algen ausserordentlich vorteilhaft. Bezüglich der Namen der von BEIJERINCK und ARTARI rein kultivierten Algen verweise ich auf die zitierten Originalabhandlungen.

In jüngster Zeit hat dieses gewässerte Agar auch bei der Kultur einer Kohlenstoffspuren assimilierenden Bakterie sehr gute Dienste geleistet[1]).

Für meine Untersuchungen von besonderem Interesse ist BEIJERINCK's Bemerkung[2]) über die von ihm versuchte Reinkultur von Diatomeen:

„Vergeblich versuchte ich die Diatomeen durch Gelatine zu isolieren," und unter dem Striche: „Auch mit anderen Süss- und Salzwasserdiatomeen sind meine Isolierungsversuche fehlgeschlagen."

Nun haben aber gerade seine und ARTARI's Versuche über die Kultur rein gezüchteter grüner Algen in Nährlösungen verschiedener Zusammensetzung so überraschende Ergebnisse gezeitigt, dass derartige Beobachtungen auch für Diatomeen äusserst wünschenswert gemacht worden sind.

Der Erste, der Diatomeenreinkulturen besessen hat, ist MIQUEL[3]). Man muss nur bedauern, dass er in seinem Berichte I sich so kurz gefasst hat, dass die Bedeutung seiner eingehenden und umfassenden Kulturstudien gar nicht zur Geltung kommt und dass deshalb seine Arbeit im „Le Diatomiste" viel zu wenig bekannt geworden ist. Dazu mag freilich auch viel die alleinige Veröffentlichung der Versuchsanordnung in der wertvollen Zeitschrift „Le Diatomiste" beigetragen haben, deren Beschaffbarkeit Schwierigkeiten macht[4]).

Er verwendet in der angeführten Mitteilung die Ausdrücke **„cultures à l'état de pureté absolue"** und **„cultures ordinaires"** ohne eine genauere Erklärung, so dass tatsächlich einer, der die Abhandlung im „Le Diatomiste" nicht kennt, sich von dem Sinne dieser Worte keine Vorstellung machen kann.

MIQUEL unterscheidet nämlich **„cultures ordinaires"** und **„cultures pures des Diatomées"**. Die ersteren, die lediglich darin bestehen, Diatomeen neben

1) M. W. BEIJERINCK, en A. VAN VELDEN „Over een kleurlooze bacterie, waarvan het koolstofvoedsel mit de lucht kommt". Versl. konikl. Akad. Amsterdam D. 1, XI, 1902/3, p. 450—465. Ref. Bot. Centr., Bd. XCII., Nr. 16, XXIV. Jahrg., S. 353.

2) Derselbe, l. c. Kulturversuche usw. S. 750.

3) P. MIQUEL. I. Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. CXIV, 28. Mars 1892, S. 780. — II. De la culture artificielle des Diatomées. Le Diatomiste, Bd. I, 1892. — III. Recherches expérimentales sur la physiologie, la morphologie et la pathologie des Diatomées. Annales de Micrographie, Mars 1892, 1—5. — Für die Übermittelung der diesbezüglichen Separata danke ich dem Herrn Verfasser bestens.

4) Für die leihweise Überlassung bin ich Herrn Dr. O. MÜLLER zu grossem Danke verpflichtet.

niederen Lebewesen der verschiedensten Art im Laboratorium gesund zu erhalten, teilt er wieder in solche des Süss- und solche des Meerwassers.

Bei den **„cultures pures des Diatomées“** macht er wieder einen Unterschied zwischen **„cultures d'une seule espèce de Diatomées“** und **„cultures des Diatomées à l'état de pureté absolue“.**

Die ersteren sind solche, wo eine Diatomeenspezies unter Ausschluss jeder anderen Kieselalge wächst.

Die letzteren, wo sie unter Ausschluss jedes anderen Lebewesens gedeihen, erzielt MIQUEL durch sein etwas umständliches Verfahren der „séparation mécanique“ [1]). Von dem tatsächlichen Vorhandensein von Reinkulturen überzeugte sich MIQUEL dann durch Überimpfen auf Gelatine, denn in diesem Falle durften keine Bakterienkulturen aufschiessen.

Das Genauere sehe man in der Arbeit nach [2]).

Zur Gewinnung von mit Bakterien verunreinigten Kulturen einer Spezies benutzte MIQUEL auch frische Kieselgallerte, wobei er das KOCH'sche Verfahren modifizierte.

Kurze Zeit nach [2]) MIQUEL's Veröffentlichung hat MACCHIATI in einer vorläufigen Mitteilung [3]) ein ganz analoges Kulturverfahren publiziert, das darin bestand, Diatomeen auf Nährgelatine, die mit Kaliumsilikat versetzt war, zu ziehen.

Mir steht diese erste Mitteilung MACCHIATI's nicht zur Verfügung; dagegen seine zweite [4]), aus der ich eine Stelle in der Übersetzung [5]) wiedergeben möchte, nach der es mir sehr fraglich erscheint, ob MACCHIATI wirklich eine Reinkultur von Diatomeen besass:

„In meiner vorigen Veröffentlichung habe ich auch ein Mittel angegeben, durch das man eine Reinkultur einer gegebenen Spezies erhalten kann, wie man es seit Jahren bei Bakterien macht, doch habe ich hinzugefügt, dass gewöhnlich mehrere Spezies, die zu verschiedenen Gattungen gehören, oder auch andere Mikroorganismen anwesend sind, doch konnte ich darin keine schwere Schädigung finden.“

Seit dieser Zeit haben sich nur mehr BENECKE [6]) und KARSTEN [7]) mit der Kultur von Diatomeen abgegeben, haben aber für die Beantwortung ihrer Fragen Reinkulturen nicht gebraucht.

Zweck dieser Mitteilung ist es nun, zu zeigen, **dass man mit der Koch-Beijerinck'schen Trennungsmethode mit Agar-Agar Reinkulturen von Diatomeen erhalten kann.**

---

1) MIQUEL, II, l. c. S. 155.

2) MIQUEL's Brief in „Le Diatomiste“. Bd. I, 1892, S. 118.

3) L. MACCHIATI, Communicazione preventiva sulla cultura delle diatomee. Atti della società dei Naturalisti di Modena. Memorie originali, serie III, vol. XI, 1892.

4) Derselbe, Seconda communicazione sulla coltura delle Diatomee. Separatte dal Bullettino della Società botanica italiana, Adunanza della Sede di Firenze dell' 8. Maggio 1892, S. 331.

5) Herrn stud. phil. HUGO ILTIS danke ich bestens für die Übersetzung der MACCHIATI'schen Arbeit.

6) W. BENECKE, Über farblose Diatomeen der Kieler Föhrde. PRINGSH. Jahrb. der wiss. Botanik 1900, Bd. 35, S. 535.

7) G. KARSTEN, Über farblose Diatomeen. Flora 1901, S. 404.

Schon seit dem Jahre 1900 versuche ich auf die wiederholte Aufmunterung Prof. MOLISCH's hin Anabaenen und Oscillarien auf Agar zu kultivieren, was mir denn auch insofern gelungen ist, dass sie neben Bakterienkulturen auf dem festen Substrate ganz prächtig gedeihen.

Die „Gelatinemethode“ war wegen der raschen Verflüssigung der Gelatine durch die Bakterien absolut unbrauchbar. Dagegen erwies sich ein nach BEIJERINCK's Vorschlag gewässertes Agar ausserordentlich zweckmässig.

Nach einigen Misserfolgen erschien das folgende Verfahren für die Isolierung das geeignetste:

10 *g* käufliches Agar werden geschnitten und zwei bis drei Tage in langsam fliessendem Leitungswasser gewaschen, dann einen Tag in destilliertem Wasser durch häufiges Wasserwechseln abgespült und bei 100° C. in destilliertem Wasser gelöst; die vorhandene Flüssigkeitsmenge wird filtriert und das Filtrat, das einen zarten Farbenstich ins Graue hat, auf 1000 *ccm* mit destilliertem Wasser ergänzt.

Dazu kommen:

0,2 *g*	KNO_3
0,2 „	K_2HPO_4
0,2 „	$MgSO_4$
0,2 „	$CaSO_4$
Spur	$FeSO_4$

Das entstandene Nähragar reagiert schwach alkalisch. Sollte aus irgend einem Grunde nicht deutliche Alkalaeszenz erzielt worden sein, so kann mit Soda oder Normalnatronlauge nachgeholfen werden. Es ist dabei von grösster Wichtigkeit, Dikaliumphosphat und nicht Monokaliumphosphat zu verwenden.

Die Zusammensetzung der Nährlösung in dieser Form ist seinerzeit von MOLISCH[1]) für viele Algen empfohlen worden, und ich habe mit ihr ausgezeichnete Resultate erhalten.

In dieser Weise habe ich eine *Oscillaria*- und eine *Anabaena*-Form bereits seit 1900 in „Kultur“. „Rein“, d. h. bakterienfrei ist sie freilich heute noch nicht[2]).

1) H. MOLISCH, Die Ernährung der Algen. Süsswasseralgen, II. Abhandlung. Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss., math.-nat. Kl., Bd. CV, 1896, Sep.-Abdr. S. 2 [634].

2) In jüngster Zeit hat R. BOUILHAC „Recherches sur la végétation de quelques algues d'eau douce“ (Thèse; 8°, 46 p., Paris 1898) veröffentlicht, worin er von einem rein kultivierten *Nostoc* spricht. (Ref. JUST's Jahrb. 1900, 1. Bd.) — Vergl. auch seine Notiz in den Comptes rendus, t. CXXV, 1897, Nr. 22, S. 880 (ref. Bot. Centralbl. 1898, LXXIV, S. 14) „Sur la culture du *Nostoc punctiforme* en présence

Ich will hier gleich erwähnen, dass ich bei meinen späteren Versuchen mit Diatomeen den Zusatz von $CaSO_4$ zum Agar weglassen konnte, ja dass das Weglassen von $CaSO_4$ sogar zweckmässiger war, auch konnte das Agar 2 pCt., 1,5 pCt., 0,7 pCt., 0,5 pCt. verwendet werden.

Schliesslich sei noch hervorgehoben, dass bei Benutzung von Gelatine (die Verwendung derselben war natürlich erst nach erlangter Reinkultur möglich) auch der KNO_3-Zusatz unterbleiben konnte, so dass sich die Darstellung der Nährgelatine folgendermassen wiedergeben lässt:

100 *g* feinster weisser Gelatine werden in etwa 700 bis 800 *ccm* destillierten Wassers quellen gelassen und nach zwei bis drei Stunden in demselben Wasser aufgelöst. Hierauf wird auf 1000 *ccm* ergänzt und zu dieser Lösung bloss 0,2 *g* K_2HPO_4 und 0,2 *g* $MgSO_4$, sowie eine Spur $FeSO_4$ zugesetzt. Dann macht man die Lösung mittels Natronlauge schwach alkalisch und klärt mit Eiweiss.

Am 2. Dezember 1902 wurden, um noch einige Formen von Oscillarien und Anabaenen im Laboratorium vorrätig zu haben, eine grössere Anzahl Petrischalen mit einem Gemenge von Oscillarien, Spirulinen, Anabaenen und auch Diatomeen aus einem Tümpel nächst Prag geimpft.

Nach 48 Tagen bemerkte ich auf einer Agarplatte schöne Diatomeenkolonien von zweifachem Habitus, die einen waren kreisrund, dicht und intensiv braun, die anderen sahen für das unbewaffnete Auge gelben Doppelpinseln täuschend ähnlich. Von beiden Arten wurde abgeimpft und die Kultur der getrennten Algen so lange fortgesetzt, **bis beide Formen auch bakterienfrei, also vollkommen rein waren.**

Die Fig. 1 der Tafel XXVII stellt eine Reinkultur von *Nitzschia Palea* (Kütz.) W. Sm.[1]) (VAN HEURCK Synopsis, Tab. 69, Fig. 22b) vor, wie ich solche des öftern erhalten habe, die Fig. 2 derselben Tafel eine solche von *Navicula minuscula* Grun, V. H. (Tab. XIV, Fig. 3).

Die Bestimmung der beiden Diatomeen übernahm in liebenswürdiger Weise Herr Dr. O. MÜLLER-Berlin, dem ich meinen herzlichen Dank für seine Mühe sage.

Die Bestimmung von Diatomeen ist, obwohl nicht so schwierig wie die der Bakterien, keineswegs eine leichte Sache. Wenn es nun gelänge, zur Diagnostizierung von Diatomeen auch charakteristische Kulturmerkmale heranzuziehen, so läge darin auch für den Systema-

---

du glucose", sowie dessen *Nostoc*- und *Anabaena*-Kulturen in „Influence de l'aldéhyde formique sur la végétation de quelques algues d'eau douce" (Comptes rendus, 29. Dezember 1902. Ref. Bot. Centralbl. 1903, Nr. 5, S. 122).

1) Diese *Nitzschia* scheint sich besonders für derartige Kulturen im Laboratorium zu eignen, da auch MIQUEL mit ihr mit Erfolg operierte. (MIQUEL II, l. c. S. 150.)

tiker ein Gewinn. Wie verschieden dabei Merkmale von Lebendkulturen distinkter Gattungen und Arten sind, zeigen die folgenden Angaben:

1. Nitzschia Palea (Kütz.) W. Sm.

1. Gelatineplatte[1]):

Nach 3 Tagen sind Kolonien, die aus 4 bis 7 Diatomeen bestehen, bei 50facher Vergrösserung zu sehen. Die Diatomeen ziehen Striche in der Gelatine.

Nach 5 Tagen sind die Kolonien bereits makroskopisch, aber noch schwer sichtbar, weil ihre Farbe in dieser dünnen Lage sehr genau mit der der Gelatine übereinstimmt.

Nach 9 Tagen, Kolonien in der Regel massenhaft entwickelt, submers oder oberflächlich, die oberflächlichen fangen an die submersen an Ausbreitung zu übertreffen.

Nach 15 Tagen: Oberflächenkultur etwa 3 *mm*, mehr diffus.
Submerse Kultur etwa 1 *mm*, mehr büschelartig.

Nach 26 Tagen beginnt die Verflüssigung, die Kulturen fangen an einzusinken.

2. Gelatinestrich:

Am 2. Tage ist der Impfstrich bereits sichtbar.

Nach 4 Tagen: Der Strich ist bis 1 *mm* breit.

Nach 9 Tagen: Der Strich ist bis 2 *mm* breit; neben dem eigentlichen Striche sind die Diatomeen herausgewandert und beginnen sich diffus in die Nachbarschaft zu schieben, so dass die ganze Kultur ein mehr minder doppelkammartiges Äussere erhält. Nun verbreiten sich die Diatomeen auf der ganzen Strichfläche.

Nach 20 Tagen sinkt die Kultur ein, und die verflüssigte Gelatine sammelt sich bei steiler Eprouvettenlage[2]) am Boden der Eprouvette. — Bei flacher Lage der Eprouvetten tritt Verflüssigung in Kegelform ein. (Fig 4*b* auf Taf. XXVII.)

3. Gelatinestich:

Am 2. Tage bereits deutliche Vermehrung. Die Wände des Stichkanals sind von Diatomeen dicht ausgekleidet.

Nach 13 Tagen: Die Diatomeen haben sich strahlig vom Mittelkanal aus in die Gelatine gezogen, wobei sie manchmal eine Richtung bevorzugen. Der Stichkanal samt diesem Diatomeenmantel hat einen Durchmesser von 4 *mm*, nach unten verjüngt. Auf der Oberfläche der Kultur keine Ausbreitung.

Nach 30 Tagen von oben her trichterförmige Verflüssigung.

4. Agarplatte[3]):

Nach 7 Tagen deutlich mikroskopisch sichtbare Vermehrung. Die Diatomeen sind

1) Die in diesem und den folgenden Versuchen mit *Navicula* verwendete Gelatine war 10 pCt.

2) Sehr bewährt hat sich das Aufhängen der Eprouvetten mittels feinen Drahts an einem starken am Fensterrahmen befestigten Drahte.

3) Diese Angaben und die folgenden, auch der nächsten Beschreibung, beziehen sich auf 1,5 pCt. Agar.

in Reihen zu 7 und mehr angeordnet, an manchen Gruppen zeigt sich bereits die Tendenz der Büschelbildung[1]).

Nach 9 Tagen: Büschelbildung ist allgemein; von jetzt ab bleiben die Büschel bei den submersen dauernd erhalten, während sie bei den oberflächlichen Kolonien infolge der Phototaxis mehr diffus werden.

Nach 20 Tagen: Oberflächliche Kulturen etwa 3—4 *mm* } beide noch ziemlich
Submerse „ „ 2–3 „ } büschelig.

Vergl. Photographie Taf. XXVII, Fig. 1 und 5*a*.

2 pCt. Agar lässt die Büschelform besonders hervortreten, 1 pCt. und 0,5 pCt. macht die Büschelform verschwinden (Tafel XXVII, Fig. 3). Die Diatomeen ziehen leichte Furchen im Agar.

Nach Monatsfrist sinken die Kolonien im Agar ein, indem sie es aufzuzehren scheinen. Alle Kulturen, besonders oberflächliche zeigen deutliche Phototaxis (Tafel XXVII, Fig. 3).

5. Agarstrich:

Die Diatomeen sind in dünner Schicht auf dem Agar nicht zu sehen, d. h. wird der Strich erst nach 10 Tagen unterscheidbar, ist dann aber schon etwa 2 *mm* breit. Nun erfolgt rasches Wachstum unter Verstärkung der Färbung.

Nach 20 Tagen bedecken die Diatomeen die ganze Strichfläche etwa windwolkenartig angeordnet.

6. Agarstich:

Nach 10 Tagen deutlich sichtbar, frischer undeutlich aus dem oben angegebenen Grunde.

Nach 16 Tagen 2 *mm* breit, nach unten verjüngt.

7. Verhalten der Kolonien auf Gelatine und auf Agar in Gestalt und Grösse in makroskopischer Beziehung:

Das darauf Bezügliche vergleiche in der Figurenerklärung.

8. Eigenbewegung:

Muss wegen der beobachteten Gänge noch vorhanden sein, ist aber durch die Reibung der Diatomeenschalen an den festweichen Nährböden so verlangsamt, dass sie nicht gesehen werden kann. — Nimmt man eine Kolonie mit Gelatine oder Agar heraus und zerdrückt das Substrat unter Zufliessenlassen von Wasser, so erweisen sich die Diatomeen als beweglich.

---

1) Herr Dr. Müller schrieb mir von den Büscheln: „Die Entwicklung in Büscheln hat Ähnlichkeit mit der mancher Schizonemen; man könnte auf die Vermutung kommen, dass die Individuen in Schläuchen stecken. Da die Fäden einreihig sind, müssen sie sich nach der Teilung verschieben. Mir ist diese Anordnung deshalb so interessant, weil *Navicula Palea* zu den lebhaft beweglichen Formen gehört."

9. Grösse der Diatomee:

In Gelatine . . . . 27 μ lang, 5 μ breit
„ Agar . . . . 27 μ „ 5,4 μ „

somit nicht wesentlich verschieden.

10. Chemische Leistungen:

1. Verflüssigt Gelatine. — 2. Löst Agar.

2. Navicula minuscula Grun.

1. Gelatineplatte[1]):

Nach 9 Tagen werden die Kolonien erst mikroskopisch sichtbar (Betrachtung bei 50facher Vergrösserung), und zwar in Form kleiner, unregelmässig begrenzter Häufchen.

Nach 15 Tagen sind die Kolonien makroskopisch sichtbar, weil 0,5 *mm* im Durchmesser, mehr minder unregelmässig kugelig; von ihnen gehen Fortsätze aus geldrollenartig angeordneten Diatomeen aus.

Nach 25 Tagen makroskopisch, 2 *mm* gross. — Die Kolonienausläufer bringen ein Verschmelzen der Nachbarkolonien zustande. — Einen wesentlichen Unterschied zwischen Oberflächenkolonien und submersen habe ich dagegen noch nicht gefunden. — Oberflächenkolonien sind leicht eingesunken.

2. Gelatinestrich[1]):

Erst nach 10 Tagen deutlich häufchenartige Kolonien, folgen dem Strich, Durchmesser etwa 0,5 *mm*. — Während der Vergrösserung dieser ersten in der Folge: Auftreten neuer Kolonien.

Nach 20 Tagen: Breite des Gebietes, worauf sich Kolonienhäufchen befinden, 2 *mm*. Die ersten Einsenkungen werden bemerkbar, die mit der Zeit immer tiefer werden. (Vergl. Taf. XVII, Fig. 4*a*.)

3. Gelatinestich[1]):

Nach 13 Tagen bei 18facher Vergrösserung wenig sichtbare Kolonien.

Nach einem Monat ein kaum wesentlich anderes Bild.

4. Agarplatte[2]):

Nach 7 Tagen bei schönem Wetter und starkem diffusen Licht bereits makroskopisch sichtbar.

Nach 10 Tagen: Oberflächenkulturen 2—4 *mm*, in seltenen Fällen bis 7 *mm* (vergl. Photographie). Submerse Kolonien 0,3—1 *mm*. — Der Unterschied zwischen beiden Koloniearten sehr auffallend. (Taf. XXVII, Fig. 2 und Figurenerklärung). Zonenweises Wachstum häufig bei Oberflächenkulturen.

---

1) Die Angaben beziehen sich auf 10 pCt. Gelatine.
2) Die Angaben beziehen sich auf 1,5 pCt. Agar.

Dichtsaat verhindert die normale Ausbildung der Kolonien. Die *Navicula*-Individuen ziehen tiefe Furchen in dem Agar. Eine Diatomee bahnt als Pionier den Weg, die anderen folgen. Auch Rückwanderungen konnten festgestellt werden. — Die Diatomeen zeigen deutliche Phototaxis.

Nach Monatsfrist sinken sie tief in die Agarplatte ein.

5. Agarstrich[1]):

Nach 10 Tagen vereinzelte makroskopisch sichtbare Kolonien längs des Striches. Die Kolonien haben Häufchengestalt.

Nach 20 Tagen haben sich die Kulturen stark vermehrt, ihr Durchmesser rund 0,5—1 *mm*.

6. Agarstich[1]):

Nach 13 Tagen wie bei den Gelatinestichkulturen ganz wenig Kulturen in unmittelbarer Nähe des Stichkanals. — Nach Monatsfrist sind die Kulturen tief dunkel gefärbt.

7. Verhalten der Kolonien auf Gelatine und auf Agar in Gestalt und Grösse in mikroskopischer Beziehung.

Das darauf Bezügliche vergleiche in der Figurenerklärung.

8. Eigenbewegung:

Es gilt dasselbe wie bei *Nitzschia Palea*, nur ist die Bewegung im Wasser langsamer.

9. Grösse der Diatomee:

In Gelatine	15—17 μ lang,	7 μ breit
„ Agar	16—18 „ „	7 „ „

somit nicht wesentlich verschieden.

10. Chemische Leistungen:

1. Verflüssigt Gelatine. — 2. Löst Agar.

Anhangsweise möchte ich hier noch erwähnen, dass meine Kulturen eigentlich einen sehr kleinen Raum meines Arbeitstisches einnehmen, da die verschiedenen Petrischalen einfach übereinander gestellt und etwa 13 Stück mit einem $1^1/_2$ bis 2 *l* Becherglase ohne Wasserabschluss überdeckt sind. Zweck des Bedeckens ist der Schutz vor Austrocknung der Substrate. Selbstverständlich werden die zu vergleichenden Kulturen in gleiche Höhe über die Tischplatte gebracht, also gleich belichtet. Sehr gut ist die Verwendung von mit Leitungswasser gefüllten Senebier'schen Glocken statt der Bechergläser. Der Tisch ist mit einer Glasplatte bedeckt, unter der weisses Papier liegt, um möglichst starkes reflektiertes Licht zu erzielen. Für einen längeren Zeitraum erwies sich behufs Verhinderung des Abdampfens für Eprouvettenkulturen als vorzüglicher Verschluss ein Korkstöpsel, der über den Wattepfropf gegeben und mit Paraffin oder eingedampftem venetianischen Terpentin verschmiert wurde.

1) Das Kondensationswasser, das sich bei 1,5 pCt. Agar am Boden der Eprouvetten bildet, ist für das Erhalten eines feuchten Raumes und das Fortkommen der Diatomeen selbst von Vorteil.

Es ist von Interesse, dass die Gelatine von den Diatomeen verflüssigt wird, analog wie von *Scenedesmus acutus*, einer von BEIJERINCK[1]) isolierten Grünalge.

Höchst auffallend aber ist die Fähigkeit beider Diatomeen Agar aufzulösen.

Das zeigt sich zunächst makroskopisch daran, dass die Kulturen tiefe Gruben durch Einsinken im Agar ausbilden.

Das Auffallendste der Erscheinung kommt aber besonders dadurch zum Ausdruck, dass bisher nur ein einziges Analogon in der jüngst von GRAN[2]) entdeckten „Gelase" besteht, die von einer bestimmten Meeresbakterie ausgeschieden wird.

Die Fähigkeit der Lösung von Agar mag vielleicht auch der Grund sein, warum besonders die Individuen von *Navicula minuscula* Grun die erwähnten langen Furchen beim Gleiten im Agar hinterlassen, die dann wie Fahrstrassen von den folgenden Diatomeen benutzt werden.

Die Vermehrungsgeschwindigkeit[3]) ist, wie ein Blick auf die Beschreibungen von *Nitzschia Palea* (Kütz.) W. Sm. und *Navicula minuscula* Grun lehrt, nach Spezies und Nährboden verschieden.

Kulturen von *Nitzschia Palea* auf Agar sind nach 6 Tagen mikroskopisch mit der Linsenkombination 2 des REICHERT'schen Mikroskopes zu sehen als etwa 6 bis 8zählige Diatomeenreihen; nach 10—12 Tagen sind sie bereits makroskopisch sichtbar.

Solche von *Navicula minuscula* Grun auf Agar können bei günstigem diffusen Lichte auf Agar mit der *Nitzschia* an Wachstumgeschwindigkeit wenigstens in den ersten 14 Tagen wetteifern, dagegen bleiben sie auf Gelatine weit hinter der raschwüchsigen Konkurrentin zurück.

Kulturen von *Nitzschia Palea* auf Gelatine sind bereits am dritten Tage mikroskopisch, am 5.—6. Tage makroskopisch deutlich wahrnehmbar, so dass man in diesem Falle wirklich eine Wachstumsgeschwindigkeit erzielt, die die einer ganzen Menge von Bakterien in Schatten stellt.[3])

Kulturen von *Navicula minuscula* Grun dagegen wurden nach 9 Tagen mikroskopisch und nach 15 Tagen erst makroskopisch sichtbar. Der Vergleich der beiden Beschreibungen macht auch den Unterschied zwischen submersen und oberflächlichen Kolonien klar.

---

1) BEIJERINCK, Kulturversuche usw. l. c. S. 729.

2) H. H. GRAN, Studien über Meeresbakterien. II. Über die Hydrolyse des Agar-Agar durch ein neues Enzym, die Gelase. Ref. Bot. Centralbl. 1902, Bd. 90, S. 264.

3) MIQUEL hat bereits das ungemein rasche Wachstum der *Nitzschia Palea* beobachtet. Le Diatomiste, l. c. S. 170.

Aus der Nebeneinanderstellung und der eingehenden Beschreibung beider Algen wird es in hohem Grade wahrscheinlich, dass man in der Agar-Gelatine-Methode ein vorzügliches Hilfsmittel hat, die systematische Bestimmung von Diatomeen zu erleichtern und nach verschiedenen Richtungen hin zu ergänzen.

Vergleiche die Agarplattenkulturen[1]) Fig. 1 und Fig. 2, die Strichkulturen Fig. 4 sowie die Mikrophotographien[2]) der Figuren 5 a und b, und 6 a und b.

Die vorliegenden Ausführungen ergänzend und gewisse bereits angedeutete Befunde hervorhebend, kann ich bereits einige wesentliche Resultate später mitzuteilender Versuche vorwegnehmen:

1. Grelles Sonnenlicht schädigt[3]) die Diatomeenkulturen, entfärbt sie und kann den Tod der Kolonien bedingen.

2. Ein sehr günstiges Licht wird durch die Verwendung von mit Leitungswasser gefüllten SENEBIER'schen Glocken erzielt, weil darin die dunklen Wärmestrahlen zum grossen Teile absorbiert werden.

3. Auf die Vegetationsbilder hat die Konsistenz des Agars einen wesentlichen Einfluss. So zeigt in Fig. 5*a* die *Nitzschia Palea* auf 1,5 pCt. die typische Büschelform, die besonders bei 2 pCt. Agar stark ausgeprägt ist; auf 0,5 pCt. und 1 pCt. Agar, die bereits gelatinöser sind, werden flache, nicht charakteristische Figuren erzeugt. Diese Tatsache mag auch mit der flachen Verbreitung der Oberflächenkulturen im Zusammenhange stehen.

4. Die Diatomeen erwiesen sich in meinen Versuchen als positiv phototaktisch[4]), wie Fig. 3 darstellen soll. Der in die Figur eingezeichnete Pfeil gibt die Richtung der einfallenden Strahlen an.

---

1) Für die Herstellung der Makrophotographien für meine Arbeit bin ich dem Herrn Demonstrator FRANZ RUTTNER zu grossem Danke verpflichtet.

2) Dem Herrn Prof. Dr. PELIKAN, Leiter des k. k. mineralogischen Institutes unserer Universität, erlaube ich mir meinen herzlichen Dank auszusprechen für die gütige Erlaubnis, die Mikrophotographien in seinem Institute ausführen lassen zu dürfen und seinem Assistenten Herrn Dr. ANTON GAREISS für die Liebenswürdigkeit, die Aufnahmen durchgeführt zu haben.

3) MIQUEL ist bei seinen Nährflüssigkeitsversuchen zu etwas anderem Resultate gekommen, er findet, dass *Nitzschia Palea* auch „sous l'action d'une lumière très vive“ sehr gut gedeiht (vergl. Anm. 3 auf S. 502).

4) MIQUEL wurde bei seiner praktischen Versuchsanordnung für die mikroskopische Diatomeenuntersuchung, zu der er übrigens auch ein eigenes Mikroskop konstruiert hat, auch auf die Phototaxis der Diatomeen aufmerksam.

5. In ernährungsphysiologischer[1]) Hinsicht konnte bereits festgestellt werden, dass das Mg für das Gedeihen der Diatomeen absolut notwendig ist. Es ist höchst wahrscheinlich gemacht worden, dass die Diatomee *Nitzschia Palea* des Ca nicht bedarf, worin sie mit MOLISCH's[2]) Befunden über niedere grüne Algen übereinstimmt.

Starke, durch viel Natriumkarbonatzusatz erzeugte Alkaleszenz schadet den Diatomeen nicht.

Die Diatomeen sind imstande, ihnen gebotene organische Substanzen zu assimilieren.

Auf dem nach dem oben angegebenen Rezepte erzeugten Agar ohne organische Zusätze gedeihen die beiden Diatomeen im Dunklen nicht.

Die Diatomee *Nitzschia Palea* verträgt in Gelatinekulturen bei direkter Impfung, ohne vorherige Gewöhnung an steigenden ClNa-Gehalt, bis 2 pCt. ClNa[3]), und kann bei dieser Kochsalzmenge noch wachsen und sich vermehren. Dabei nimmt das Wohlbefinden der Alge mit steigendem ClNa-Gehalt ab.

Da mir bakterienfreie Diatomeenreinkulturen zur Verfügung stehen, gedenke ich gewisse Versuche von MIQUEL und die so interessanten von ARTARI, sowie die von MOLISCH über die anorganische Nahrung grüner Algen mit meinen beiden Diatomeen zu wiederholen und später der Öffentlichkeit zu übergeben.

Prag, k. k. Pflanzenphysiolog. Inst. der k. k. deutschen Universität.

---

1) MIQUEL konnte an die Frage der Ernährung der Diatomeen nicht herantreten, da er an der falschen Meinung festhält, organische Substanzen seien für Diatomeen absolut notwendig, und weil seine Nährflüssigkeiten viel zu kompliziert zusammengesetzt sind (l. c. II, S. 93, 94, 168).

2) H. MOLISCH, Die Ernährung der Algen. I. Sep.-Abdr. aus den Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss. in Wien, Math.-naturw. Klasse, Bd. CIV, Abt. I, Okt. 1895.

3) Vergl. A. RICHTER, Über Anpassung der Süsswasseralgen an Kochsalzlösung. Flora 1892, S. 4–56.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind nach Photographien wiedergegeben.

Fig. 1. Kultur von *Nitzschia Palea* (Kütz.) W. Sm. auf 1,5 pCt. Agar, 14 Tage alt, etwas verkleinert. Der Pfeil gibt die Richtung der Lichtstrahlen an. Man sieht zweierlei: büschelförmige und mehrstrahlige Kulturen. Erstere sind submers, letztere Oberflächenkulturen bezw. solche, bei denen die submers gewesenen Diatomeen die Oberfläche erreicht haben.

„ 2. Kultur von *Navicula minuscula* Grun auf 1 pCt. Agar in derselben Vergrösserung wie Fig. 1. 14 Tage alt. Der Pfeil gibt wieder den Lichteinfall an. Es sind zweierlei Kulturen unterscheidbar: die einen sind tief dunkel, scharf abgegrenzt, punktförmig, die andern sind verschwommen und gehen an ihren Rändern unscharf ins Agar über. Die ersten sind die submersen, die letzteren die Oberflächenkulturen. Besonders schön sind die zwei grossen Kulturen etwas links von der Mitte; sie stellen aus dem Agar heraufgekommene submerse Kolonien vor, die sich nun freudig an der Oberfläche verbreiten. Man beachte das zonenweise Vorrücken und die ellipsenartige Vorwölbung der Kolonie gegen den Lichteinfall.

„ 3. 14 Tage alte Kultur von *Nitzschia Palea* auf 0,5 pCt. Agar. Die Kolonien sind alle gleichartig, nicht büschelförmig. Der Pfeil gibt den Lichteinfall an. Alle Kolonien sind zum Lichteinfall ausgezogen. (Fast natürliche Grösse.)

„ 4. Zeigt zwei 3 Monate alte Kulturen beider Diatomeen, und zwar waren die Eprouvetten etwa unter einem Winkel von 30° von der Horizontalen in einem offenen, weiss ausgelegten Karton dem starken diffusen Tageslichte eines Nordfensters ausgesetzt.

a *Navicula minuscula* Grun. Die Kolonien haben die Gelatine teilweise verflüssigt und sind infolge dessen eingesunken.

b *Nitzschia Palea* (Kütz.) W. Sm. Die Diatomeen haben einen tiefen Kegel in der Gelatine erzeugt, an dessen Grunde sie sich angesammelt haben.

„ 5. *a* 26 Tage alte Kultur von *Nitzschia Palea* auf 1,5 pCt. Agar, zirka 30fach vergrössert. Der zentrale dicke, unregelmässig begrenzte, dunkle Fleck ist die Kolonie, soweit sie submers ist. Aus ihr entspringen aufsteigende und büschelig angeordnete „Fäden“, die dadurch zustande kommen, dass in dem halbfesten Medium die Diatomeen hinteinander zu liegen kommen.

b Mikrophotographie von *Navicula minuscula* Grun, die auf 1,5 pCt. Agar kultiviert wurde. Vergrösserung wie bei *a*. Alter der Kultur wie bei *a*. Das Wachstum ist wesentlich verschieden. Die zentrale Partie war zunächst submers und, nachdem die Diatomeen die Oberfläche der Agarplatte erreicht hatten, haben sie sich in Zonen in der Umgebung verteilt,

„ 6. *a* Gelatinekultur von *Nitzschia Palea*, 14 Tage alt, auf 10 pCt. Gelatine. Vergrösserung etwa 70fach. Oberflächenkultur.

b Gleichalte Kontrollkultur von *Navicula* auf 10 pCt. Gelatine, bei gleicher Vergrösserung. Die anhangartigen Gebilde erwiesen sich als geldrollenartig angeordnete Diatomeen.

Fig. 7. Dazu ist nur zu bemerken, dass die Gelatine 14 pCt., das Agar 1 pCt. war. Daher kommen auf der Gelatine die Büschelformen besonders schön zum Ausdruck, während dem relativ verdünnten Agar die Fähigkeit für die Erzeugung dieser Formen abgeht.

Man beachte die kolossale Wachstumsförderung der Diatomeen in der Gelatine. (Bei Herstellung der Nährsubstrate wurde in beiden Fällen vom N-Zusatz abgesehen.)

Die kultivierte Form war *Nitzschia Palea.*

Sitzung vom 27. November 1903.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Claussen, Dr. **Peter**, Assistent am pharmakognostischen Institute der Universität **Freiburg i. B.** (durch E. JAHN und O. REINHARDT),

Hosseus, Dr., in **Berlin**, Bülowstr. 32a (durch A. ENGLER und L. DIELS),

Iltis, Hugo, stud. phil. in **Prag** II, Weinberggasse 3a (durch H. MOLISCH und A. NESTLER),

Landé, Max, stud. phil., in **Berlin NW. 23**, Händelstr. 3 (durch O. REINHARDT und L. KNY).

Herr P. MAGNUS legte die zweite Serie von O. JAAP, Fungi selecti exsiccati, vor. Sie bringt wieder viele interessante Arten in schön präparierten und reichlichen Exemplaren. Besonders interessant ist sie dadurch, dass sie von mehreren Arten sämtliche Fruchtformen bringt, was besonders von heteröcischen Uredineen hervorzuheben ist. Andere Arten werden auf verschiedenen Substraten gebracht, wie z. B. *Exobasidium Vaccinii uliginosi* Brud. auf *Vaccinium oxycoccus* und *Vaccinium Myrtillus* oder *Exoascus Crataegi* auf *Crataegus oxyacantha* und *Crataegus monogyna*. Bemerkenswert ist die bei Hamburg gesammelte *Cercospora sagittariae* Ell. et Kellerm. auf *Sagittaria sagittifolia* L., die zunächst aus Nordamerika bekannt geworden ist.

Prof. Dr. DINGLER sprach unter Vorlage des Objektes über ein Modell der Gewebedifferenzierung im Stamm der Dikotyledonen und Gymnospermen. Es ist eine alte und oft wiederholte Klage, dass das Verständnis einigermassen verwickelter stereometrischer Verhältnisse Schwierigkeiten bereitet. Auch der Vortragende hat das in langer Erfahrung bestätigt gefunden. Für die räumliche Anordnung der Gewebe und ihre Entstehungsfolge vermisste derselbe seit Jahren eine körperliche Darstellung, welche für Vorlesungszwecke geeignet gewesen wäre. Derselbe hat daher, zunächst zu eigenem Gebrauche, ein solches Modell hergestellt, welches den ganzen typischen Verlauf

der Differenzierung vom Vegetationspunkt bis zur Bildung der sekundären Gewebemassen zeigt.

Das Modell besteht aus einem oben von gewölbter Kappe begrenzten, 50 *cm* hohen geraden Kreiskegel, dessen Grundfläche 30 *cm* Durchmesser hat. Derselbe ist längsmedian halbiert. Die eine Kegelhälfte ist mehrfach quer durchschnitten, und ihr unterster Abschnitt wiederum längsmedian halbiert. Schliesslich ist eine der beiden letztgenannten Hälften noch tangential durchschnitten. Die Gewebe sind durch sich gut abhebende Farbentöne ohne jedes weitere Detail dargestellt. Die Epidermis und die verschiedenen Meristeme sind grün in verschiedenen Abstufungen und Mischungen. Rinde, Mark und Markstrahlen („Grundgewebe“) sind weiss, die Stranggewebe gelb („Bast“) und braun („Holz“), der Kork rot und die abgestorbenen Gewebemassen der Borke schwarz. Primäre und sekundäre Stranggewebe sind durch hellere und dunklere Tönung unterschieden. Das Kernholz ist dunkelbraun gehalten. Die Wiedergabe der Jahrringe ist auf eine Kegelhälfte beschränkt. Vortragender glaubt, dass das Modell, welches in der Darstellung der Blattspurstränge zum Teil die Verhältnisse bei *Clematis* und *Tilia* vereinfacht wiedergibt, einem allgemein gefühlten Bedürfnis entgegenkommt[1]).

Mitteilungen.

68. Hugo Iltis: Über den Einfluss von Licht und Dunkel auf das Längenwachstum der Adventivwurzeln bei Wasserpflanzen.

Eingegangen am 11. November 1903.

Zur Erklärung der heliotropischen Krümmungsbewegungen[2]) hat bekanntlich DE CANDOLLE darauf hingewiesen, dass man sich das stärkere Wachstum auf der dem Licht abgewendeten Seite, durch welches ja der positive Heliotropismus zustande kommt, als eine Art Vergeilung vorstellen könne. — Doch erwähnt schon SACHS[3]) Ver-

1) Die C. KREBS'sche Buchhandlung in Aschaffenburg nimmt Bestellungen auf das Modell, welches unter Musterschutz steht, entgegen.

2) Die ältere Literatur über diesen Gegenstand siehe bei J. WIESNER, Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreich. I, S. 24. Denkschriften der math.-nat. Klasse der k. k. Wiener Akad. der Wiss. 1878.

3) J. SACHS, Lehrbuch der Botanik. 1873, S. 745.

suche WOLKOFF's, die auch für Wurzeln ein stärkeres Wachstum bei Lichtabschluss konstatieren. Es müsste also auch hier die vom Licht abgewendete Seite rascher wachsen und so positiven Heliotropismus hervorrufen, während in der Tat für diese Wurzeln negativer Heliotropismus konstatiert ist.

Doch waren die Versuche WOLKOFF's nur bei einer geringen Anzahl von Pflanzen durchgeführt und so der verzögernde Einfluss des Lichtes auf das Wurzelwachstum keineswegs festgestellt. Für diesen Einfluss auf das Wachstum der *Rhizomorpha* hatte sich SCHMITZ[1]) schon in einer viel früher erschienenen Arbeit ausgesprochen.

Die Untersuchungen, die über diese Frage in der nächsten Zeit erschienen, waren, der widersprechenden Ergebnisse wegen, nicht geeignet, Klarheit in die Sache zu bringen.

MÜLLER[2]) (Thurgau) gibt an, dass die negativ heliotropischen Luftwurzeln von *Monstera* und *Chlorophytum* bei allseitiger Beleuchtung in ihrem Längenwachstum gehemmt werden.

THEODORESCO[3]) kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass in den meisten Fällen ein Einfluss des Lichtes auf das Wachstum der Wurzeln nicht festzustellen sei.

LASAREFF[4]) und auch FAMINTZIN[5]) fanden bei Untersuchung desselben Gegenstandes, dass die Wurzel im Dunkeln ein geringeres Wachstum zeigt als im Licht, der Stengel umgekehrt sich verhalte. Sie fanden aber, dass, wenn man die entsprechenden Längen des Stengels und der Wurzel addiert, man fast die gleiche Summe erhält, sowohl bei den im Licht gewachsenen, als auch bei den im Dunkeln erzogenen Pflanzen, mit dem Unterschied jedoch, dass im Licht vorzugsweise der unterirdische Teil, im Dunkeln der oberirdische in die Länge wächst.

STREHL[6]) erhält bei seinen Versuchen abermals etwas differente Resultate, indem er eine Förderung des Wurzelwachstums durch das Licht konstatiert.

Bei allen bis jetzt genannten Arbeiten findet man, dass die Autoren beim Vergleich des Wurzelwachstums im Licht mit dem im Dunkeln nicht nur die Wurzeln allein, sondern die ganzen Pflanzen verdunkelten bezw. beleuchteten.

---

1) SCHMITZ, Über den Bau, das Wachstum und einige besondere Lebenserscheinungen der Rhizomorpha. Linnaea 1843.

2) H. MÜLLER (Thurgau), Flora 1871, S. 64.

3) THEODORESCO, Ann. des sciences nat., VIIIme sér., t. X, p. 210–220.

4) LASAREFF, Vorläufige Mitteilung. JUST's Jahresbericht II, 1874, S. 775.

5) FAMINTZIN, Beitrag zur Keimung der Kresse. Bull. de l'acad. des sciences de St. Pétersbourg, Tome XVIII.

6) STREHL, Untersuchungen über das Längenwachstum der Wurzel und des hypokotylen Gliedes. Inaug.-Diss., Leipzig 1874, bes. S. 24.

Es ist klar, dass in dieser Art der Versuchsanstellung ein Fehler liegt, dem wohl zum grossen Teil die unsicheren Resultate zuzuschreiben sind; denn es ist namentlich nach den FAMINTZIN'schen Angaben wahrscheinlich, dass zwischen Stengel- und Wurzelwachstum Korrelationen bestehen, dass also zum Beispiel, wenn nicht nur die Wurzeln, sondern auch der Spross verdunkelt wird, dieser auf Kosten der Wurzel rascher wachse.

Von diesem Fehler emanzipiert sich bereits DARWIN[1]), der für die Wurzeln von *Sinapis alba*, deren negativer Heliotropismus längst bekannt ist, ebenfalls eine durch das Licht hervorgerufene Wachstumsverzögerung feststellt.

KNY[2]) in seiner sehr beweiskräftigen und sorgfältigen Arbeit beobachtet den Spross immer in gleichen Lichtverhältnissen und variiert diese bloss für die Wurzel. Seine Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, dass diffuses Tageslicht das Längenwachstum der Wurzel verzögert, Dunkelheit es begünstigt.

Alle bis jetzt angeführten Versuche wurden mit Erdwurzeln und in Wasserkulturen angestellt. Nun sagt schon SACHS[3]), dass im Wasser kultivierte Erdwurzeln eine Retardierung im Längenwachstum zeigen. Diese Behauptung wurde durch eine Arbeit J. WACKER's[4]) bestätigt, welcher auch nachwies, dass Wurzeln nur im natürlichen Medium ein normales Wachstum zeigen: also Erdwurzeln in Erde, Wasserwurzeln in Wasser. Da andererseits KNY gefunden hat, dass Erdwurzeln im Lichte weniger wachsen als im Dunkeln, so lag der Gedanke nahe, dass Wasserwurzeln, die ja in der Natur sehr häufig dem Licht ausgesetzt sind, diese Erscheinung in noch prägnanterer Weise zeigen würden, zumal wir ja auch bei den in der Natur dem Licht ausgesetzten Stengeln eine bedeutende Beeinträchtigung des Wachstums durch das Licht konstatieren können.

Ein weiterer Grund, der zur Untersuchung dieser Verhältnisse bei den Wasserpflanzen bewog, lag darin, dass sich ihre Wurzeln auch sonst zum Experimentieren eignen, da sie einerseits unverzweigt sind und wenig Krümmungen aufweisen, dem Messen also keine Schwierigkeiten bereiten, andererseits an einem einzigen Wasserpflanzenstengel in grosser Zahl auftreten.

Die Versuche wurden zum Teil in Glaszylindern von 32 *cm* Höhe

1) FRANCIS DARWIN, Über das Wachstum negativ heliotropischer Wurzeln im Licht und im Finstern. Arb. des bot. Inst. zu Würzburg, Bd. II, Heft 3.

2) KNY, Über den Einfluss des Lichts auf das Wachstum der Bodenwurzeln. PRINGSHEIM's Jahrbücher, Bd. 38, S. 421—446.

3) J. SACHS, Über das Wachstum der Haupt- und Nebenwurzeln. Arbeiten des bot. Inst. zu Würzburg, Bd. I, Heft 3, S. 410—411.

4) J. WACKER, Die Beeinflussung des Wachstums der Wurzeln durch das umgebende Medium. PRINGSH. Jahrb., Bd. 32, 1898.

und 8 *cm* Durchmesser, zum Teil in kleineren prismatischen Glasgefässen durchgeführt. Die zur Kultur der Wurzeln im Dunkeln bestimmten Gläser waren bis zu drei Vierteln der Höhe von mattem schwarzen Papier umhüllt, ebensolches Papier bedeckte auch den Boden derselben. Zur Aufnahme der Pflanzen dienten in den Glaszylindern 5 *mm* dicke kreisrunde Hartgummiplatten, die genau in das Lumen der Gläser eingepasst worden waren. Unweit der Peripherie waren Löcher in die Platten gebohrt, die zur Aufnahme der Versuchspflanzen dienten.

In den kleineren Gefässen waren die Hartgummiplatten durch Platten aus fester, auf beiden Seiten von schwarzem Papier umkleideter Pappe ersetzt, die vor Beginn des Versuches auf 24 Stunden zur Auslaugung eventueller schädlicher Stoffe in Wasser gelegt wurden.

Die Platten wurden soweit in die Gefässe hineingeschoben als das schwarze Papier reichte, sodass bei den Gefässen, die zur Beobachtung des Wurzelwachstums im Dunkeln dienen sollten, ein vollständig dunkler Raum hergestellt war, in welchen der untere Teil der Versuchspflanzen hineinragte, während der über den Platten befindliche dem Licht ausgesetzt war.

Bei den zur Beobachtung des Wurzelwachstums im Licht dienenden Gläsern war auch der untere Teil, in dem sich die Wurzeln entwickeln sollten, nicht von schwarzem Papier umhüllt und so dem Licht ausgesetzt. Die Messung der Wurzeln wurde unter Wasser in Glasschalen vorgenommen und zwar mit Zirkel und Massstab.

Zu den Versuchen wurden immer möglichst gleich starke und lange Exemplare verwendet, und zwar wurden sie mit der gleichen Anzahl von Knoten in den Raum unterhalb der Platte hineingesteckt. Zu den Kulturen wurde Leitungswasser verwendet und dieses so hoch in die Gefässe eingefüllt, dass die Pflanzen mit ihren oberen Teilen darüber hinausragten. Nur *Elodea canadensis* wurde ganz unter Wasser gehalten. Die Versuche wurden in einem Gewächshaus ausgeführt, in dem die Pflanzen einer starken Beleuchtung ausgesetzt waren.

I. Myriophyllum proserpinacoides Gill.

Diese schöne Aquariumpflanze bildet an den im Wasser befindlichen Knoten nach kurzer Zeit 0·5 *mm* dicke Wurzeln, die eine Länge bis zu 2 *dcm* erreichen, unverzweigt schnurförmig sind und an der Spitze oft eine Rotfärbung zeigen; es können an einem Knoten bis 10 Wurzeln vorhanden sein.

Versuch I.

Von 6 Gläsern, die mit den Sprossen in der angegebenen Weise beschickt worden waren, wurden 3 für die Beobachtung des Wurzelwachstums im Licht, 3 für die Beobachtung desselben im Dunkeln adaptiert. In jedes Glas kamen zwei 19—20 *cm* lange Sprosse, die mit 12 Knoten in den Raum unterhalb der Platte t uchten. Bei Beginn des Versuches waren die Sprosse durchwegs wurzellos. Beginn des Versuches am 11. Mai.

Versuch Ia. Unterer Teil der

	Glas I				Glas II	
	Spross 1		Spross 2		Spross 1	
	Nummer des Knotens	Wurzellängen *mm*	Nummer des Knotens	Wurzellängen *mm*	Nummer des Knotens	Wurzellängen *mm*
18. Mai	I.	7,8	I—VII.	0	I–VI.	0
	II–IV.	0	VIII.	10, 8, 8, 6	VII.	5
	V.	20, 19	IX.	10, 8, 7	VIII.	5, 4
	VI.	20, 15, 9	X.	6, 4	IX.	10, 12, 12
	VII.	20, 15, 12, 10			X.	12, 6, 3
	VIII.	10, 9, 7			XI.	5, 5, 4
	IX.	6, 6, 3				
		Länge der 17 Wurzeln 190 *mm*		Länge der 9 Wurzeln 67 *mm*		Länge der 12 Wurzeln 83 *mm*
25. Mai	I.	10, 8, 5	I.	0	I.	0
	II.	20, 15, 15	II.	10, 8	II.	25
	III.	25, 15	III.	10, 5	III.	10, 10
	IV.	18, 15, 10, 10	IV.	20, 5	IV.	15, 10, 15
	V.	20, 20	V.	35, 10	V.	15
	VI.	20, 15, 10	VI.	20, 10	VI.	25, 10
	VII.	20, 15, 15, 10	VII.	15, 3	VII.	15. 5
	VIII.	15, 10, 10	VIII.	25, 8, 6	VIII.	21, 4, 5
	IX.	15, 10, 8	IX.	15, 10, 10	IX.	25, 15. 10
	X.	5, 8	X.	5	X.	10, 10
					XI.	8, 8, 9
		Länge der 29 Wurzeln 382 *mm*		Länge der 19 Wurzeln 240 *mm*		Länge der 22 Wurzeln 275 *mm*
6. Juni	I.	35, 8, 8	I.	10, 8	I.	0
	II.	70, 50, 45, 18, 10	II.	65, 20, 10	II.	82, 8, 8
	III.	82, 30	III.	45, 20	III.	28, 20
	IV.	50, 45, 50, 35	IV.	15, 20, 16	IV.	45, 35, 35
	V.	35, 35, 15	V.	75, 25	V.	28
	VI.	63, 20, 16	VI.	35, 15	VI.	62, 10
	VII.	20, 20, 18, 8	VII.	12, 10, 8	VII.	50, 10, 8, 12
	VIII.	30, 12, 15	VIII.	50, 6, 8	VIII.	55, 15, 25, 20, 20
	IX.	50, 25, 15	IX.	26, 25, 15, 15	IX.	45, 50, 25, 15
	X.	20, 10, 10, 8	X.	20, 15, 15	X.	20, 20, 10
			XI.	15, 8, 2	XI.	10, 8, 9
		Länge der 34 Wurzeln 931 *mm*		Länge der 30 Wurzeln 624 *mm*		Länge der 30 Wurzeln 813 *mm*

Gesamtlänge der 198 Wurzeln, die an den

Sprosse verdunkelt.

Glas II		Glas III			
Spross 2		Spross 1		Spross 2	
Nummer des Knotens	Wurzel-längen *mm*	Nummer des Knotens	Wurzel-längen *mm*	Nummer des Knotens	Wurzel-längen *mm*
I—IV.	0	I—V.	0	I—III.	0
V.	5, 5	VI.	8, 8	IV.	6, 5
VI.	8, 7	VII.	5, 4	V.	7, 3, 3
VII.	10, 8, 10, 15	VIII.	10, 5, 5	VI.	4, 5
VIII.	10, 9, 10		Länge der 7 Wurzeln 45 *mm*	VII.	10, 12, 10
	Länge der 11 Wurzeln 97 *mm*			VIII.	15, 10, 8
				IX.	12, 8, 8
				X.	8, 9, 3
					Länge der 20 Wurzeln 156 *mm*
I.	0	I.	0	I.	8
II.	0	II.	25, 10	II.	5, 8
III.	20, 15	III.	45, 20, 10	III.	60, 55, 45, 8
IV.	10	IV.	20, 35, 8	IV.	50, 35, 25, 8
V.	15, 10	V.	15, 8, 15, 15, 12, 5	V.	20, 20, 15, 12
VI.	15, 10	VI.	15, 10, 10	VI.	12, 8
VII.	8, 8	VII.	30, 12, 10	VII.	15, 10, 10
VIII.	20, 15, 15, 10	VIII.	20, 15, 13	VIII.	15, 13, 12
IX.	25, 20, 20, 25, 27	IX.	8, 8	IX.	20, 15, 15, 8
X.	30, 35, 45, 5		Länge der 24 Wurzeln 379 *mm*	X.	10. 12, 10
XI.	5, 8				Länge der 30 Wurzeln 427 *mm*
	Länge der 25 Wurzeln 406 *mm*				
I.	10, 6, 6	I.	10, 8	I.	20, 10
II.	8, 8	II.	72, 30	II.	15, 10, 10
III.	60, 20, 8	III.	120, 60, 25	III.	150, 160, 150, 20
IV.	25, 6, 7	IV.	60, 90, 20, 15	IV.	135, 135, 95, 20
V.	60, 25	V.	30, 20, 30, 35, 10	V.	50, 50, 40, 30
VI.	44, 20	VI.	50, 25, 25, 25	VI.	70, 10, 8, 16
VII.	30, 10	VII.	70, 20, 20, 18	VII.	25, 20, 11, 12
VIII.	40, 25, 16, 15	VIII.	40, 35, 30, 20	VIII.	25, 19, 17
IX.	50, 50, 30, 22, 22, 6	IX.	20, 20	IX.	30, 30, 20, 18
X.	90, 65, 95, 105, 18	X.	18	X.	18, 10, 10
XI.	20, 18, 10, 8, 8		Länge der 31 Wurzeln 1043 *mm*		Länge der 35 Wurzeln 1405 *mm*
XII.	8, 6, 6				
	Länge der 39 Wurzeln 1100 *mm*				

6 Sprossen gemessen wurden, = 5875 *mm*.

Versuch Ib. Unterer und oberer Teil der Sprosse beleuchtet.

Da die Versuchsanstellung sonst genau dieselbe war, wie in Ia, sollen hier, der Raumersparnis wegen, nicht die einzelnen immer in grosser Zahl ausgeführten Messungen, sondern bloss die Resultate angegeben werden. Es betrug die Gesamtlänge der 136 gemessenen Wurzeln bei dem ebenfalls am 6. Juni beendigten Versuche 2030 *mm*.

Wir haben also im ersten Versuch gegen 198 Wurzeln mit einer Gesamtlänge von 5875 *mm* bei Kultur im Dunkeln, 136 Wurzeln mit einer Gesamtlänge von 2030 *mm* bei Kultur im Licht. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Dunkeln zu der im Licht ist beinahe genau 2 : 1.

Versuch II.

Versuchsanstellung wie in Versuch I. Doch wurden je 4 Gläser mit je zwei Sprossen beschickt, die einen zur Kultur der Wurzeln im Dunkeln hergerichtet, die anderen zur Kultur im Licht.

Es ergaben sich bei Beendigung des Versuches folgende Werte: Das Verhältnis der Gesamtlänge der im Dunkeln gemessenen Wurzeln zur Gesamtlänge der im Lichte gemessenen betrug 7580 : 2242, das der mittleren Wurzellänge 2·7 : 1.

Versuch III.

Versuchsanstellung wie in den vorigen Versuchen. Doch wurden nur je zwei Gläser mit je zwei 18—20 *cm* langen Sprossen zur Kultur verwendet. Es betrug hier bei Beendigung des Versuchs, die nach 14 Tage erfolgte, das Verhältnis der Gesamtwurzellänge bei den Lichtsprossen zu der Gesamtwurzellänge der Dunkelsprosse 758 : 1981 *mm*, das Verhältnis der mittleren Wurzellänge 1 : 1·8.

II. Myriophyllum verticillatum L.

Diese Pflanze erzeugt an jedem Knoten bis 6 Wurzeln, die häufig eine schwarzblaue Färbung aufweisen. (Für diese Pflanze seien ebenfalls nur die Resultate der letzten Messung wiedergegeben).

Versuch IV.

Für je zwei Sprosse, die mit den 4 unteren Knoten in den Raum unterhalb der Hartgummiplatte reichten, erhielt ich nach 12 Tagen folgende Werte: Im Dunkeln wurden 15 Wurzeln gemessen, ihre Länge betrug 1434 *mm*, im Licht 8 Wurzeln mit der Gesamtlänge von 416 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge betrug also 1·8 : 1 (Dunkel : Licht).

III. Lysimachia Nummularia L.

Zum Versuch dienten Pflanzen, die am Bachrand wuchsen und ihre Stengel ins Wasser ragen liessen. Sie wurden den angeführten Bedingungen unterworfen.

Versuch V.

Nach 16 Tagen mass ich bei je zwei mit 4 Knoten in den Raum unterhalb der Platte hineinragenden Sprossen folgende Wurzellängen: Im Dunkeln 8 Wurzeln, deren Gesamtlänge 145 *mm* betrug, im Licht 10 Wurzeln mit der Gesamtlänge 68 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Dunkeln zu der im Licht also 2·6 : 1.

Versuch VI.

Versuchsanstellung wie in V. Nach 15 Tagen ergaben sich folgende Werte: Im Dunkeln zeigten 11 Wurzeln eine Gesamtlänge von 278 *mm*, im Licht 16 Wurzeln eine solche von 138 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellängen betrug also 2·9 : 1 (Dunkel : Licht).

IV. Ranunculus aquatilis.

Diese Pflanze zeigt an ihren untergetauchten Stengelknoten 1—3 Wurzeln.

Versuch VII.

Zum Versuch wurden je 4 Sprosse, 20 – 22 *cm* lang, verwendet und mit 5 Knoten in den Versuchsraum gesteckt. Bei Beendigung des Versuches ergaben sich folgende Wurzellängen: Im Dunkeln betrug die Gesamtlänge von 10 Wurzeln 840 *mm*, im Licht die Länge von 8 Wurzeln 363 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Licht zu der im Dunkeln beträgt also 1:1·8. Der Versuch wurde nach 10 Tagen abgeschlossen.

Versuch VIII.

Nach 15 Tagen zeigten sich folgende Längen: Im Dunkeln wiesen 12 Wurzeln eine Länge von 436 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Licht zu der im Dunkeln ist also 1:1·48.

Elodea canadensis Casp.

Bei dieser Pflanze sehen wir von 6 zu 6 Knoten immer an der Ursprungsstelle eines Seitentriebes eine 0·5 – 0·8 *mm* dicke Wurzel. Diese Wurzeln können eine sehr bedeutende Länge erreichen: ich habe in einem 2 *m* tiefen Brunnenbassin solche von $^3/_4$ *m* (!) Länge beobachtet.

Die Versuche wurden zuerst mit dem in der Einleitung erwähnten Fehler angestellt, indem nämlich sowohl Spross als Wurzeln verdunkelt beziehungsweise beleuchtet wurden. Diese fehlerhaften Versuche ergaben ein Resultat, das dem der ordnungsgemäss ausgeführten, hier beschriebenen Versuche geradezu entgegengesetzt war.

Versuch IX.

Je 3 Gläser wurden mit je zwei 20 *cm* langen Sprossen beschickt, die mit 20 Knoten (also 3 Wurzelknoten) in den Raum unterhalb der Platte hineinragten. Es ist bei dieser Pflanze namentlich auf die grosse individuelle Variation zu achten, die z. B. mit der verschiedenen Ausbildung der Seitentriebe zusammenhängt. Beim Abschluss des Versuches ergaben die Messungen folgendes Resultat: Im Dunkeln betrug die Länge von 16 Wurzeln 671 *mm*, im Licht die Länge von 10 Wurzeln 260 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Dunkeln zu der im Licht also 1·6:1. Diese Grössen ergaben sich nach 14 Tagen. Am 7. Tage waren folgende Längen gemessen worden: Im Dunkeln betrug die Länge von 13 Wurzeln 216 *mm*, im Licht die Länge von 8 Wurzeln 18 *mm*, das Verhältnis der mittleren Wurzellängen 7·5:1 (!).

Wir sehen also den Maximalwachstumsunterschied in den ersten Tagen.

Versuch X.

Versuchsanstellung wie in IX. Am Schluss des Versuchs ergaben sich folgende Werte: Im Dunkeln zeigten 12 Wurzeln eine Länge von 285 *mm*, im Licht 9 Wurzeln eine Länge von 120 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Dunkeln zu der im Licht 1·8:1. Der Abschluss erfolgte nach 15 Tagen.

Versuch XI.

Je drei Sprosse wurden mit 21 Knoten in den Versuchsraum gestellt. Bei Beendigung des Versuches fand ich folgende Längen: Im Dunkeln 12 Wurzeln, deren Gesamtlänge 138 *mm* betrug, im Licht 3 Wurzeln mit der Länge 26 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Licht zu der im Dunkeln 1:1·5. Abschluss des Versuches nach 10 Tagen.

VI. Glyceria fluitans R. Br.

Dieses Gras, das seine oft meterlangen Halme im Wasser fluten lässt, erzeugt an den Knoten 30 und mehr Wurzeln.

Versuch XII.

Je zwei 35 *cm* lange Halme wurden mit zwei Knoten in den Versuchsraum geschoben. Nach 10 Tagen ergaben die Messungen folgendes Resultat: Im Dunkeln wiesen 41 Wurzeln eine Länge von 1051 *mm* auf, im Licht 49 Wurzeln eine Länge von 1113 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Dunkeln zu der im Licht also 1·12 : 1.

Bei Beendigung des Versuchs nach 19 Tagen zeigten sich folgende Längen: Im Dunkeln waren 43 Wurzeln 1363 *mm* lang, im Licht 55 Wurzeln 1426 *mm* lang. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Dunkel zu der im Licht 1·18 : 1.

Versuch XIII.

Versuchsanstellung wie in XII. Doch wurden je 4 Sprosse verglichen. Bei Versuchsabschluss nach 20 Tagen ergaben sich folgende Werte: Im Dunkeln wiesen 67 Wurzeln eine Länge von 2345 *mm* auf, im Licht 82 Wurzeln eine Länge von 2167 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Dunkeln zu der im Licht 1·3 : 1.

Wir sehen also bei dieser Pflanze keine grossen Unterschiede im Wurzelwachstum durch den Wechsel von Licht und Dunkel hervorgerufen.

VIII. Tradescantia virginica L.

Tradescantia entwickelt an den Stengelknoten — und zwar an der dem Boden zugekehrten Seite des Stengels — im Wasser schöne, weisse, reich mit Wurzelhaaren versehene Wurzeln.

Versuch XIV.

Zwei 18 *cm* lange Sprosse brachte ich mit 8 Knoten in den Versuchsraum. Nach 20 Tagen, bei Versuchsabschluss, ergaben sich folgende Werte: Im Licht war die Länge von 23 Wurzeln 650 *mm*, im Dunkeln die Länge von 26 Wurzeln 859 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Licht zu der im Dunkel 1 : 1·12.

Versuch XV.

Versuchsanstellung wie in XIV. Nach 18 Tagen Schluss des Versuches. Die gemessenen Längen betrugen: Im Dunkeln zeigten 19 Wurzeln eine Länge von 523 *mm*, im Licht 28 Wurzeln eine Länge von 672 *mm*. Das Verhältnis der mittleren Wurzellänge im Dunkeln zu der im Licht 1 : 1.

Wir sehen also auch bei *Tradescantia virginica* keine grossen Wachstumsunterschiede der Wurzeln im Licht und im Dunkeln.

Zusammenfassung.

Aus den angeführten Versuchen hat sich ergeben:

I. Für die ersten fünf von den untersuchten Pflanzen, *Myriophyllum proserpinacoides* Gill., *Myriophyllum verticillatum* L., *Lysimachia Nummularia* L., *Ranunculus aquatilis* L. und *Elodea canadensis* Casp., hat das Wachstum der Wurzeln sich als durch die Dunkelheit **sehr beschleunigt** erwiesen: die Verhältnisse der mittleren Wurzellängen im Dunkeln zu denen im Licht schwanken zwischen 1,48 (Dunkelwurzeln) : 1 (Lichtwurzeln) bis 7,5 (Dunkelwurzeln) : 1 (Lichtwurzeln).

Es weisen also die Wurzeln dieser untersuchten Wasserpflanzen eine viel grössere Wachstumsbeschleunigung im Dunkeln auf als alle bis jetzt untersuchten Erdwurzeln.

II. Die grössten Unterschiede in den Längen der im Dunkeln gewachsenen Wurzeln gegenüber denen der im Licht gewachsenen zeigten sich bei den erstgenannten vier Pflanzen beim Abschluss der Versuche, der nach 12 bis 25 Tagen erfolgte, während in den ersten Tagen ein Unterschied nur in geringem Masse vorhanden war. Das umgekehrte Verhalten wies *Elodea canadensis* auf, indem sich hier die grössten Wachstumsdifferenzen gerade in den ersten Tagen geltend machten.

III. Bei den letzten beiden der untersuchten Pflanzen, *Glyceria fluitans* R. Br. und *Tradescantia virginica* L., konnte nur eine geringe Wachstumsbeschleunigung konstatiert werden. Die Verhältnisse der mittleren Wurzellängen der im Dunkeln gezogenen Wurzeln zu denen der im Licht gezogenen schwankten zwischen 1 : 1 (Dunkel : Licht) bis 1,3 : 1 (Dunkel : Licht). Diese Zahlen stimmen ungefähr mit den von KNY für Erdwurzeln gefundenen, zu denen die Wurzeln dieser beiden Pflanzen wohl gerechnet werden müssen, überein.

Zum Schlusse erübrigt es mir noch, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. MOLISCH, in dessen Institute vorliegende kleine Arbeit ausgeführt wurde, für seine gütige Unterstützung meinen wärmsten Dank auszusprechen, ebenso auch Herrn Assistenten Dr. OSWALD RICHTER für seine freundlichen Ratschläge bestens zu danken.

Prag, Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. deutschen Universität.

---

69. N. Gaidukov: Die Farbenveränderung bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation.

Eingegangen am 25. November 1903.

Den Gang der Veränderung der Färbung und der Spektra der Zellen der *Oscillaria sancta* Kütz. und der *Oscillaria caldariorum* Hauck bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation[1])

1) Vgl. N. GAIDUKOV, Über den Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung lebender Oscillarien, Anh. zu den Abhandl. Preuss. Akad. Wissensch., V, 1902. Weitere Untersuchungen über den Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung der Oscillarien,

stellt folgende Tabelle[1]) dar. In dieser Tabelle sind die charakteristischen Helligkeits-Maxima (Max.) und Minima (Min.) durch die römischen Ziffern I, II, IIa, III, IIIa, IV, V[2]) bezeichnet. Die

Oscillaria sancta.

		Im gelben und (teils) im roten und violetten Lichte					Im grünen und blauen Lichte		
		Intensiv blaugrün λ	Graugrün, hellblaugrün und spangrün λ	Grau λ	Hellviolett λ	Violett λ	Braunviolett λ	Braun und gelbbraun λ	Orangerot λ
I	Max.	710(1)	710(1)	710(1)	710(1)	710(1)	710(1)	710(1)	710(1)
	Min.	675(3,4)	675(2)	675(2)	675(2)	675(3,5)	675(2)	675(3,5)	675(1)
II	Max.	655(5)	655(5,6)	655(5)	645(4)	645(4)	645(3)	645(3)	615(2)
	Min.	625(2)	625(3)	625(4)	625)4)	625(6)	625(6)	625(6)	—
IIa	Max.	618(6)	618(5,6)	618(4)	—	—	—	—	—
	Min.	610(3,4)	610(4)	610(7)	—	—	—	—	—
III	Max.	585(4)	585(3,4)	585(3)	595(3)	595(2)	595(2)	595(2)	—
	Min.	575(6)	575(6)	575(5) 565(6)	575(3)	575(1,2)	573(4)	563(4,5)	565(4)
IIIa	Max.	—	—	558(6)	558(6)	558(6)	558(6)	558(4)	557(5)
	Min.	—	—	550(5,6)	550(6)	550(3,4)	550(5)	550(3,4)	550(2)
IV	Max.	525(2)	525(2)	525(2)	525(2)	525(3)	525(4)	525(5)	525(3)
	Min.	495(5)	495(5)	495(3)	495(4)	495(4,5)	495(3)	495(2)	495(3)
V	Max.	485(3)	485(3,4)	485(7)	485(5)	485(5)	485(5)	485(6)	485(4)
	Min.	425(1)	425(1)	425(1)	425(1)	435(1,2)	425(1)	425(1)	430(1)

Im grünen Lichte.

Oscillaria caldariorum.

relative Lage der Zentra dieser Maxima und Minima sind durch die Wellenlängen (λ λ) und deren Intensitäten (nach quantitativer Bestimmung) durch in Klammer geschlossene arabische Ziffern bezeichnet.

diese Berichte, Oktober 1903. Über den Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung der Oscillarien, Scripta botanica horti Petropolitani, fasc. XXII, 1903. Th. W. Engelmann, Über experimentelle Erzeugung zweckmässiger Änderungen der Färbung pflanzlicher Chromophylle durch farbiges Licht, Arch. für Anat. und Physiol., Physiol. Abt. 1902, S. 333. Über die Vererbung künstl. erzeugter Farbenänderungen bei Oscillarien. Verh. physiolog. Gesellsch. Berlin 1902/03.

1) Vgl. Gaidukov, l. c., Tab. I, II, III, I, II, I–V, fig. I–VIII, 9–12.

2) In meiner ersten Arbeit wurde das Helligkeitsminimum IIIa und das Helligkeitsmaximum IIIa als IV, IV als V und V als VI bezeichnet.

Mit I ist das absolute Maximum der Helligkeit bezw. der Dunkelheit bezeichnet.

Dieser Gang der Farbenveränderung bestätigt zuerst den alten Spruch: „natura non facit saltus“. Zwischen den verzeichneten typischen Färbungen konnte man hunderte von Zwischennuancen und Übergängen beobachten, welche eine Färbung mit der anderen verbanden. Die Farbenveränderung bestand nicht in einer radikalen Metamorphose des Spektrums des Chromophylls, der Verteilung der Energie des Spektrums des einwirkenden Lichtes gemäss, sondern nur in stufenmässigen und zweckmässigen, dieser Verteilung entsprechenden Änderungen der 5 (7) für die Chromophylle typischen[1]) Helligkeits-Maxima und Minima. Nur die Helligkeitsminima II, IIa, und IIIa können verschwinden und wiedererscheinen; die anderen verschwinden nie. Im allgemeinen sei bemerkt, dass die frühesten und stärksten Änderungen in dem mittleren Teile des sichtbaren Spektrums, etwa von Orangerot bis Blaugrün, stattfinden. Die äusseren Teile dieses Spektrums sind weniger variabel: das Helligkeitsmaximum I und das Helligkeitsminimum V sind immer absolute.

Bei der Umwandlung der ursprünglichen, violetten Färbung in die blaugrüne, hervorgerufen durch die Einwirkung des roten und des gelben Lichtfilters, bemerkt man zuerst eine Abschwächung der Dunkelheit in den gelben und grünen Strahlen. Helligkeitsminima III und IIIa werden bedeutend geschwächt, Helligkeitsminimum IV wird dagegen stärker als III. Die Färbung mit diesem Spektrum bleibt noch violett, ist aber sehr ungesättigt, blass, weisslich oder gräulich. Bei der weiteren Umwandlung dieser Färbung in die graue und graugrüne verschwindet das Helligkeitsminimum IIIa ganz; es erscheint aber ein neues Helligkeitsminimum, IIa. Auch die Absorption in den blauen Strahlen wird schwächer und im Orange stärker. Doch bleibt die Absorption im mittleren Teile immer so schwach, dass alle diese Färbungen ganz auffallend ungesättigt und blass sind. Bei der weiteren Umwandlung des Chromophylls in mehr gesättigte Nuancen der blaugrünen Färbungen bemerkt man eine sehr bedeutende Verstärkung der Helligkeitsminima II und IIa; Helligkeitsminimum II kann sogar stärker sein wie Helligkeitsminimum I (stark blaugrüne und spangrüne Färbungen). Die Absorption in den roten und orangen Strahlen ist sehr stark, in den grünen und blauen dagegen sehr schwach.

Die Umwandlung desselben violetten Chromophylls in braunes, gelbes oder rötliches durch Einwirkung des blauen oder grünen Lichtfilters ist nicht von Übergängen mit ungesättigten Färbungen

1) Vgl. GAIDUKOV, Scripta botanica, l. c., S. 66.

begleitet. Wenn hier auch ein sehr grosser Verlust der Absorption in den schwach brechbaren Strahlen des Spektrums zu bemerken ist, findet doch in dieser Zeit noch ein grösseres Wachstum der Absorption im stark brechbaren Teile statt. Beim Anfang der Veränderung werden die Helligkeitsminima IIIa, IV und V sehr verstärkt und demgemäss die Helligkeitsmaxima IV und V geschwächt. Helligkeitsminimum III wird, wenn es auch ein wenig näher zum violetten Ende neigt, schwächer wie das IIIa, das bei den rötlichen Zellen besonders stark ist, und auch schwächer wie das Helligkeitsminimum IV, das bei den gelbbraunen Zellen besonders stark ist. Die rötlichen und orangen Strahlen sind besonders in den Spektra der rötlichen Zellen stark durchgelassen.

Der Übergang des ursprünglich blaugrünen Chromophylls in das braune, mittelst Einwirkung des grünen Lichtfilters, wird von denselben Färbungen begleitet, doch vollzieht sich dieser Übergang in umgekehrter Reihenfolge. Zuerst werden die Maxima II und IIa geschwächt, wodurch eine graugrüne und graue Färbung entsteht, die ganz auffallend blass und ungesättigt ist. Mit dem Verschwinden des Helligkeitsminimums IIa und mit dem Erscheinen des Helligkeitsminimums IIIa wird die Färbung hell oder gräulichviolett. Nach der Verstärkung des Helligkeitsminimums III und des Helligkeitsmaximums III, welche nur schwächer werden wie das absolute Helligkeitsminimum V, wird die Farbe ganz ähnlich der der normalen violetten Zellen. Die weitere Umwandlung dieser Zellen in Braun ist dieselbe, wie bei den genannten Zellen.

Die beschriebene Farbenveränderung widerspricht nach meiner Ansicht der Meinung von Prof. Oltmanns[1]), welcher behauptet, dass die blauen Färbungen, die bei seinen Versuchen durch die Einwirkung des gelben Lichtes bei den Florideen entstanden, nur durch die quantitative (Berthold[2]) und nicht qualitative (Engelmann[3]) u. a.) Wirkung des Lichtes zu erklären sind. Wenn, wie Oltmanns ausführt, die wenig brechbaren Strahlen den roten bezw. purpurnen und violetten Farbstoff (Phycoerythrin und Phycocyan[4])

1) Über die Kulturen und Lebensbedingungen der Meeresalgen. Pringsh. Jahrb. 23, 1893.

2) Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen, ibid. 13, 1882. Über die Verteilung der Algen im Golf von Neapel, Mitteil. Zool. Station Neapel, 3, 1882.

3) Farbe und Assimilation, Bot. Zeit. 1883, Nr. 1, 2, und folg.

4) Diese Farbstoffe bezeichne ich mit dem gemeinsamen Namen „Phycochrom". (Siehe Gaidukov, Über den Algenfarbstoff, Tagebl. XI. Versamml. russ. Naturf. und Ärzte in Petersb., S. 475). Die Tatsache, dass das rote und das blaue, besonders aber, dass das blaue und das violette einerseits, und das violette und rote Phycochrom andererseits sehr nahe verwandt sind, war schon längst bekannt. (Vgl. Kützing, Phycologia generalis, 1843, S. 17, Naegeli, Gattungen einzelliger Algen,

der Algen vernichten, die stark brechbaren Strahlen dagegen diesen Farbstoff erhalten, warum tritt dann auch im grünen und im blauen Lichte diese Farbenveränderung vor?

Die Blässe der Färbungen im gelben, besonders aber im roten und violetten Lichtfilter kann man dadurch erklären, dass diese Lichtfilter nur einen sehr geringen Teil der Strahlen des Spektrums in genügender Menge durchlassen[1]). In den Spektra der Chromophylle der in diesen Lichtfiltern gezüchteten Algen wird nur dieser geringe Teil stark absorbiert; alle anderen Strahlen (darunter komplementäre: gelbe und blaue) dagegen werden sehr schwach, und zwar fast alle gleich schwach absorbiert. Von der mehr oder weniger gleichen Mischung der letzteren Strahlen hängt nun diese ungesättigte, weissliche oder gräuliche Färbung ab[2]). Bei der blaugrünen *Oscillaria caldariorum* hat auch der grüne Lichtfilter mehrere sehr blasse und ungesättigte Färbungen verursacht.

Wie ich schon früher sagte, widerspricht die Beobachtung von OLTMANNS, dass die Florideen im starken weissen oder im gelben Lichte die gelbe und braune Färbung annehmen, auch unseren Ansichten nicht und wird durch die stufenmässige Farbenveränderung bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation erklärt. BERTHOLD[3]) hat sogar beobachtet, dass gewisse Florideen (*Gracilaria*, *Hypnea*, *Laurencia*) an der Oberfläche nicht nur bräunlich oder schwärzlich, sondern auch grünlichgrau gefärbt werden können. In letzterem Falle findet mithin schon die echte komplementäre chromatische Adaptation statt.

Zum Schlusse bemerke ich, dass, wenn die BERTHOLD-OLTMANNSsche Theorie das Verschwinden der Florideen auf der Oberfläche durch die schädliche Einwirkung des starken Lichtes erklärt, wie ist dann das Verschwinden der grünen Algen in den Tiefen mit Hilfe dieser Theorie zu erklären? Die letztere Erscheinung kann diese Theorie nicht begründen; mit Hilfe der ENGELMANN'schen

---

1849, S. 5; NAEGELI und SCHWENDENER, Das Mikroskop, 1877, S. 496, ROSANOFF, Mém. sc. natur. Cherbourg, 13, 1867, S. 145, Morphologische und Physiologische Untersuchungen usw., 1867, COHN, M. SCHULTZE's Archiv, 3, 1867, S. 1, ASKENASY, Bot. Zeit., 1867, S. 226, SORBY, Monthly microscop. Journ., 6, 1871, S. 124, Proceed. Roy. soc. London, 1873, S. 442, Journ. Linn. soc. 15, 1877, S. 34, NEBELUNG, Bot. Zeit., 1878. Nr. 25, SCHÜTT, diese Berichte, V, 1888, S. 36, 305, NADSON, Scripta botanica 4, 1893, S. 1, HANSEN, Mitteil. Zool. Station Neapel, 1898, S. 293, usw.) Die farbenanalytischen Eigenschaften des violetten Farbstoffes der *Oscillaria sancta* waren nach meinen Beobachtungen dem roten Farbstoff des *Ceramium* sehr ähnlich und dem violetten oder purpurnen des *Chondrus crispus* fast vollkommen gleich. (Vgl. GAIDUKOV, Scripta botanica, l. c., S. 66).

1) Vgl. GAIDUKOV, Abh. Akad. Wiss., l. c., Tab. III, Fig. Vc, VIc, VIIc.

2) Vgl. auch NOLL, Flora, 77, 1893, S. 27.

3) l. c.

Theorie und des Gesetzes der komplementären chromatischen Adaptation aber ist diese Erscheinung vollkommen erklärt: die grünen Algen wachsen nicht in grösseren Tiefen, weil die roten Strahlen, welche diese Strahlen am meisten absorbieren, in diesen Tiefen nicht vorhanden sind.

70. N. Gaidukov: Über die Kulturen und den Uronema-Zustand der Ulothrix flaccida[1]).

Mit einer Figur im Text.

Eingegangen am 25. November 1903.

Die *Ulothrix flaccida* Kütz. a *genuina* Hansg.[2]) ist an den Wänden der Gewächshäuser des Botanischen Gartens in St. Petersburg sehr reich verbreitet. Im Jahre 1899 erreichte die Entwickelung dieser Alge das Maximum im Juni; im August begann das Wachtum schwächer zu werden. Die von diesen Wänden genommene *Ulothrix flaccida* wurde auf Agar-Agar mit 0,3 pCt. KNOP'scher Lösung kultiviert. In den PETRI-Schalen, die sich auf einem nach Norden gerichteten Fenster befanden, entwickelten sich schon eine Woche nach dem Säen (zweite Hälfte des Juli 1899) schöngrüne, runde, krause Kolonien, welche aus langen, stark gekrümmten Fäden bestanden. Aus diesen Kolonien wurden die Algen in Reagensgläschen auf die schiefe Ebene des Agar-Agar übertragen. In diesen Reagensgläschen, die auf einem nach Südosten gerichteten Fenster standen, entwickelten sich gegen Ende September prachtvolle Reinkulturen der *Ulothrix flaccida*, die aus sehr langen, gekrümmten Fäden bestanden. In allen diesen Fällen war die kultivierte *Ulothrix flaccida* der in der Natur wachsenden vollkommen gleich.

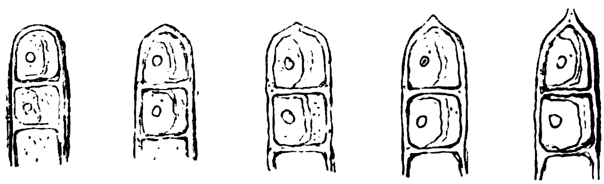
Anfang Oktober wurde die genannte Alge in ERLENMEYER'sche Kolben übertragen, die ebenfalls auf einem nach Südosten gerichteten Fenster standen. Von dieser Zeit ab wuchs *Ulothrix flaccida*, sowie auch die anderen auf demselben Substrat kultivierten Algen (*Porphyridium cruentum*[3]), *Stigeoclonium Pseudopleurococcus*[3]), Oscillarien,

1) Vorläufig mitgeteilt: GAIDUKOV, Über die Algen *Ulothrix flaccida* und *Uronema*, Tagebl. der XI. Versamml. russisch. Naturf. und Ärzte, St. Petersburg, 1901, S. 476.

2) HANSGIRG, Prodromus der Algenflora usw., I, 1886, S. 61.

3) Vergl. GAIDUKOV, Zur Morphologie der Alge *Porphyridium cruentum*, Arbeit. St. Petersb. Gesellsch. Naturf., 30, 1899, S. 173. Einige Bemerkungen über die Alge *Pseudopleurococcus* Snow, ebenda, S. 220. Über die Algen *Stigeoclonium*, *Pseudopleurococcus*, *Pleurococcus* und *Protoderma*, Tagebl. XI. Versamml. russisch. Naturf. und Ärzte, l. c.

Diatomeen usw.) sehr schlecht. Nur gegen Ende Januar 1900 entwickelte sich *Ulothrix flaccida* in genügender Menge. Doch die gezogene Kolonie bestand nicht aus langen, gekrümmten, schöngrünen Fäden, sondern sie war schmutzig dunkelgrün, und die Fäden waren kurz, fast aufrechtstehend. Einige der Fäden enthielten sogar nur sechs Zellen, deren Gestalt und Grösse zwar dieselbe war wie bei den normalen Fäden, doch waren die Endzellen bei mehreren Exemplaren zugespitzt. Die Grenze zwischen der abgerundeten Zellmembran der Endzellen und der zugespitzten Hülle, wie das bei Lyngbyen, Oscillarien, *Hormidium*[1]) usw. der Fall ist, konnte man nicht beobachten. Die Endzellen (s. Figur) selbst hatten mehr oder weniger konische Form, ihre Membran war am Ende scharf zugespitzt und ähnelte ganz den Endzellen des *Uronema confervicola* Lagerh.[2]), mit welchem sie auch verglichen wurde. Bei den verschiedenen Exemplaren konnte man verschiedene Stadien dieser Zuspitzung beobachten (s. Figur).



Der *Uronema*-Zustand bei *Ulothrix flaccida*. Vergr. 1000.

Aus dem Gesagten folgt nun, dass in diesem Falle bei *Ulothrix flaccida* ein ganz neuer Zustand beobachtet wurde, welcher sich durch kürzere Fäden und zugespitzte Endzellen charakterisiert und der der Alge *Uronema* ganz ähnlich ist. Deswegen bezeichne ich diesen Zustand der *Ulothrix flaccida* mit dem Namen „*Uronema*-Zustand“. Die morphologische Ursache dieses Zustandes ist, wie seine Form zeigt, die ungenügend starke Zellteilung, d. h. Abschwächung des Wachstums.

Dieser *Uronema*-Zustand der *Ulothrix flaccida* wurde im März wieder auf PETRI-Schalen übertragen. Die sich in diesen Schalen im Sommer 1900 reichlich entwickelnde Kolonie enthielt keinen *Uronema*-Zustand mehr und bestand wieder aus langen, gekrümmten Fäden, welche denen der normalen *Ulothrix flaccida* vollkommen gleich waren.

1) Vergl. HANSGIRG, Flora, 1888, S. 263. Zur Gattung *Hormidium* zähle ich nur die Formen mit sternförmigen Chromatophoren, vergl. HANSGIRG, l. c., WILLE in: ENGLER und PRANTL's Pflanzenfamilien, I (2), S. 84.

2) LAGERHEIM, Note sur l'*Uronema*, Malpighia, I, Fasc. XII, 1887, *Uronema confervicola* habe ich im *Victoria regia*-Bassin des Petersburger Botanischen Gartens gefunden.

Die Ursache der Bildung dieses *Uronema*-Zustandes ist in erster Reihe eine phänologische: nur in gewissen Jahreszeiten, nämlich im späten Herbst und im Winter tritt dieser Zustand auf. Der morphologische Charakter dieses Zustandes, der hauptsächlich durch geschwächte Zellteilung zu erklären ist, stimmt auch mit der genannten Ursache überein, weil im späten Herbst und im Winter die Abschwächung des Wachstums und die Bildung der Ruhestadien im Pflanzenreiche zu beobachten sind. Von den physiologischen Ursachen kann nur die Einwirkung des Lichtes in Betracht kommen und zumal Mangel des Lichts, ein Mangel, der besonders in St. Petersburg, wo die Versuche ausgeführt wurden, in den genannten Jahreszeiten so bedeutend ist. Die Temperatur[1]) und die Ernährung[2]) konnten gewiss gar keine Einwirkung haben.

Der Hauptunterschied[3]) zwischen der Gattung *Uronema* und der Gattung *Ulothrix* besteht darin, dass die erstere Gattung zugespitzte Endzellen hat. Wenn nun einer der Zustände der *Ulothrix* auch zugespitzte Endzellen hat, d. h. auch dieses Hauptmerkmal der *Uronema* besitzt, so hat dieses Hauptmerkmal als solches zu existieren aufgehört, und man muss die Gattung *Uronema* als eine unselbständige betrachten[4]). Sie muss mit der Gattung *Ulothrix* vereinigt werden, nämlich als eine Gruppe der letzteren, die man die Gruppe *Uronema* nennen kann.

KLEBS[5]) hat beobachtet, dass der *Stichococcus*-Zustand bei den aërophytischen *Ulothrix* (*Hormidium* Klebs) bei ungenügender Ernährung entsteht. Meine Versuche mit genannter *Ulothrix flaccida* bestätigen dieses: der *Stichococcus*-Zustand dieser Alge entstand bei den Kulturen in Leitungswasser.

---

1) Die Kulturen befanden sich immer in Zimmern, wo die Temperatur in allen Jahreszeiten ziemlich gleich war.

2) Agar-Agar mit 0,3 pCt. KNOP'scher Lösung wurde sogar immer aus einer und derselben Mischung genommen, welche im Sommer 1899 präpariert war.

3) Vergl. WILLE, l. c.

4) Dieselbe Meinung hat mir Herr Prof. WILLE brieflich mitgeteilt, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche.

5) Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen, 1896, S. 331.

Sitzung vom 29. Dezember 1903.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Ostenfeld, Dr. **C.**, Inspektor des Botanischen Museums in **Kopenhagen** (Botanisk Have) (durch P. ASCHERSON und P. GRAEBNER),

Fabricius, Dr. **Ludwig**, Assistent der Botanik an der Königl. forstlichen Versuchsanstalt in **München** (durch Freiherrn C. VON TUBEUF und K. GOEBEL),

von Faber, Dr. **F. C.**, Assistent für Botanik an der Königl. Technischen Hochschule zu **Stuttgart** (durch O. KIRCHNER und M. FÜNFSTÜCK).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Per Dusén, Ingenieur in **Rio de Janeiro**,
Johnson, Dr. **T.**, Professor in **Dublin**,
Myiake, Dr. **Kiichi**, z. Z. in **Bonn**,
Mac Kenney, Dr. **Randolph**, in **Washington**.

Dem Vorstande der Gesellschaft ging kurz vor Mitte dieses Monats die Nachricht zu, dass Herr Prof. **Federico Delpino** in Neapel am 17. d. M. sein 70. Lebensjahr vollende. Da die Zeit zur Fertigstellung und Übersendung einer Gratulationsadresse nicht mehr ausreichte, übersandte der Präsident der Gesellschaft, Herr Geheimrat SCHWENDENER, unserm verehrten Ehrenmitgliede auf telegraphischem Wege die herzlichsten Glückwünsche.

Der Vorsitzende teilt ferner mit, dass sich ein grosses, die angesehensten Vertreter unserer Wissenschaft enthaltendes Komitee gebildet hat, um aus Veranlassung des 100jährigen Gedächtnistages der Geburt von **Matthias Jacob Schleiden**, diesem um die wissenschaftliche Erneuerung der Botanik hochverdienten Manne, in Jena, der Stätte seiner langjährigen Wirksamkeit, ein Denkmal in Gestalt einer Büste zu errichten. Beiträge, welche hoffentlich in grosser Zahl fliessen werden, sind an Herrn Verlagsbuchhändler Dr. GUSTAV FISCHER in Jena zu senden.

Wahlbericht.

An der diesjährigen Abstimmung haben sich ca. 200 Mitglieder beteiligt. Einige wenige der eingesandten Wahlzettel mussten jedoch als ganz oder zum Teil ungültig ausgeschieden werden. Von den gültigen Stimmen haben erhalten:

1. Bei der Wahl des Präsidenten:
   SCHWENDENER 175, PFEFFER 17, PFITZER 5.
2. Bei der Wahl des Stellvertreters:
   R. VON WETTSTEIN 110, WIESNER 42, STRASBURGER 42, PFEFFER 4.

Als Ehrenmitglied der Gesellschaft wurde gewählt: A. FAMINTZIN mit 192 Stimmen; als korrespondierende Mitglieder: F. DARWIN mit 198 und MARSHALL WARD mit 193 Stimmen.

Dieses Wahlergebnis ist von den Herren O. REINHARDT und CARL MÜLLER geprüft und richtig befunden worden.

Als Präsident der Gesellschaft ist also SCHWENDENER, als Stellvertreter des Präsidenten R. VON WETTSTEIN gewählt. Beide haben die Wahl angenommen.

Berlin, den 22. Dezember 1903.

S. SCHWENDENER.

Mitteilungen.

71. Paul Sorauer: Zur anatomischen Analyse der durch saure Gase beschädigten Pflanzen.

Eingegangen am 14. Dezember 1903.

I. Salzsäureschäden bei Getreide.

In dem Kampfe zwischen Industrie und Landwirtschaft spielen die Beschädigungen der Pflanzen durch Salzsäuregas, das von den Fabriken nicht genügend zurückgehalten werden kann, eine sehr wesentliche Rolle. Es ist daher erklärlich, dass bereits eine grössere Anzahl von Forschern sich mit der Untersuchung von Salzsäureschäden beschäftigt hat. Wir finden das Wesentlichste darüber in dem „Handbuch zur Erkennung und Beurteilung von Rauchschäden“

von HASELHOFF und LINDAU[1]), S. 236—249, und in einer neuen Arbeit von BRIZI[2]).

Vergleicht man die dort angegebenen Verfärbungen, welche das Getreide durch den Angriff der Salzsäuredämpfe annehmen soll, so bemerkt man wenig Übereinstimmung. Dieselbe Erfahrung macht man, wenn man die Gutachten von Sachverständigen in den Prozessakten durchblättert. Als ich meine eigenen, in verschiedenen Jahren und Örtlichkeiten gesammelten Notizen über den Befund der Pflanzen in einer von Salzsäuredämpfen bestrichenen Gegend durchsah, zeigte sich, dass ich ebenfalls verschiedene Färbungen beobachtet hatte. Diese Umstände wiesen darauf hin, dass entweder die einzelnen Beobachter solche Merkmale als Folgen von Salzsäureeinwirkung angesehen hatten, die auf ganz anderen Ursachen beruhen, oder dass die säurehaltige Rauchschlange die Pflanzen in verschiedenen Entwicklungsstadien verschieden beeinflusst oder endlich, dass der Rauch in verschiedenen Fällen verschiedenartige Zusammensetzung hat und demgemäss nicht immer dieselben Beschädigungsformen hervorrufen wird.

Letztgenannter Punkt ist um so näher liegend, als man sich vergegenwärtigen muss, dass im praktischen Betriebe das Salzsäuregas ausstossende industrielle Etablissement in derselben Luftwelle ausser der Salzsäure auch die Feuerungsgase mit ihrer schwefligen Säure verbreitet. Also absolut reine Salzsäureschäden werden in der Praxis kaum zu finden sein, und die Abweichungen, welche man zwischen den experimentellen Ergebnissen und den tatsächlichen praktischen Vorkommnissen findet, dürften wesentlich mit auf diesen Umstand zurückzuführen sein. Andererseits muss man sich sagen, dass bei der geringen Verwendbarkeit der experimentellen Resultate zur Feststellung allgemeiner Normen für die Beurteilung praktischer Vorkommnisse jeder Experte seine in der Praxis gesammelten Erfahrungen zu Hilfe nehmen muss, und dass dabei viele Irrtümer unterlaufen können. Denn diese Methode setzt voraus, dass der Gutachter mit denjenigen Erscheinungen vertraut ist, welche die Pflanzen rauchfreier Gegenden bei verschiedenen Witterungs-, Boden- und Kulturverhältnissen aufweisen können. Erst wenn man weiss, welche Veränderungen durch andere Wachstumsfaktoren hervorgerufen werden, wird man etwaige charakteristische Säurebeschädigungen festzustellen imstande sein.

Soviel mir bekannt, existieren aber solche Vorarbeiten, ausser

1) Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Berlin 1903, Gebr. BORNTRÆGER.

2) U. BRIZI, Sulle alterazioni prodotte alle piante coltivate dalle principali emanazioni gasose degli stabilimenti industriali. Modena 1903.

einigen bei Gelegenheit anderweitiger Studien erlangten Resultaten, noch nicht, und deshalb versuchte ich, zunächst der Frage näher zu treten, was für Veränderungen sich bei dem Getreide einstellen, das unter verschiedenen Kulturverhältnissen in rauchfreien Gegenden gebaut wird. Gestützt auf die hierbei erlangten Erfahrungen wurden dann solche Pflanzen untersucht, die in möglichst reinen Fällen unter dem Einfluss von Salzsäuregas im natürlichen Feldbetriebe erwachsen waren. Nebenher liefen Beobachtungen über die Veränderungen, welche bei experimenteller Behandlung mit Salzsäuredämpfen die frischen Getreideblätter erleiden.

Indem ich betreffs der Einzelbeobachtungen auf eine spätere, an anderer Stelle erscheinende Arbeit mit Zeichnungen hinweise, teile ich hier in Kürze einige Ergebnisse der Untersuchung mit.

Es hat sich herausgestellt, dass innerhalb der normalen Entwicklungsperiode des Getreides schon während der Ausbildung des dritten oder vierten Blattes ein mit der sogenannten Herbstfärbung übereinstimmender Verfärbungs- und Entleerungsvorgang in den erstentstandenen Organen beginnt. Dieser Entleerungsprozess pflegt an der Spitze des Blattes anzufangen und besteht darin, dass entweder die einzelnen Chloroplasten getrennt bleiben und jeder für sich abschmilzt, bis nur noch sogenannte „Restkörper“ bleiben, oder dass vorher die Chlorophyllkörner zu klumpigen Massen miteinander verschmelzen. Während des Verbrauchs und der Veratmung dieser Massen treten (bei den einzelnen Getreidearten und Standortsverhältnissen in verschiedenem Grade) ölartig aussehende, schon von den früheren Autoren bei der Herbstfärbung beobachtete Tropfen auf, die wegen ihres eigenartigen wechselnden Verhaltens bei den verschiedenen Pflanzengeschlechtern im allgemeinen als „Reifetropfen“ bezeichnet werden mögen. Besonders schön entwickelt findet man diese oft den in der Zelle vorhandenen Farbstoff lebhaft speichernden, schliesslich die gelbe Farbe am längsten festhaltenden „Reifetropfen“ im Hafer und unter den wilden Gräsern bei *Arrhenatherum elatius.*

Bei Pflanzen aus anderen Familien ist der Reifevorgang des Blattes unter Auftreten der Herbstfärbung mit den „Reifetropfen“ und den dem Carotin verwandten „Restkörpern“ ebenfalls schon während der Hauptvegetationsperiode zu beobachten, also keineswegs an den Herbst gebunden. Der Herbst zwingt nur die Mehrzahl der Blätter zu einem früheren Ausleben und ruft bei den mehrjährigen die winterliche Veränderung des Zellinhalts hervor; aber, wie gesagt, hat innerhalb jeder Vegetationsperiode jedes Blatt seine individuelle Lebensdauer und die zuerst entstandenen leben sich auch zuerst aus. Während eine Achse im Sommer an ihrer Spitze neue Assimilationsflächen noch produziert, beginnt in den im Frühling gebildeten Blättern schon der Reifeprozess und die Entleerung. In vielen Fällen geht

mit der fortschreitenden Blattreife eine Stellungsveränderung des Blattes Hand in Hand. Während die jungen Blätter ihre Flächen der Achse noch genähert zeigen und die Blattstiele einen spitzen Winkel mit ihr bilden, erweitert sich dieser Winkel mit dem Älterwerden des Blattes zu einem rechten, um später oft zu einem grossen stumpfen Winkel zu werden, so dass dann das Blatt weit rückwärts gebogen und der Erde zugewendet erscheint. Wenn junge Blätter vorzeitig eine solche Stellungsänderung zeigen, betrachte ich dies als ein sicheres Symptom von Erkrankung, selbst wenn keine weiteren Merkmale eine Andeutung geben. Solche Blätter pflegen zu sterben, ohne sich vollständig zu entleeren.

Aber auch in dem innerhalb der „Breite der Gesundheit" sich bewegenden Entwicklungsgange der Pflanzen unter den üblichen Kulturverhältnissen findet man häufig, dass Blätter ausleben, ohne sich gänzlich zu entleeren. Bei dem Getreide sind es namentlich die Spitzenregionen, welche absterben, wenn ihr Gewebe noch ziemlich reich an plasmatischem Material ist. Ich glaube dies als eine Folge vorzeitig eintretender Trockenheit erklären zu können; wenigstens habe ich bei Topfkulturen nur dann alle Blätter zum vollständigen Aufbrauch ihres gesamten Zellinhalts bringen können, wenn ich den Pflanzen dauernd reichste Wasserzufuhr zuteil werden liess.

Der Grad der Entleerung des Assimilationsgewebes bei einem abtrocknenden Blatte bildet somit einen Massstab dafür, ob dasselbe sich normal ausgelebt hat oder vorzeitig abgestorben ist.

Mit der Verarmung des Zellinhalts geht bei den Getreidearten eine Verfärbung der Membranen Hand in Hand, die mit dem Gerbstoffgehalt derselben in Zusammenhang zu bringen ist und sich am deutlichsten in den dickwandigen Elementen der Bastleisten am Blattrande und unterhalb der stärkeren Gefässbündel geltend macht.

Die Verfärbung bewegt sich innerhalb der gelben Farbstoffreihe und schwankt zwischen mattem Strohgelb und leuchtendem Quittengelb. Letzteres erscheint auf nassen Feldern, wo das Lagern des Getreides sich häufig einstellt, und ist besonders schön bei Hafer und Gerste zu beobachten. Bei trockner Wärme neigt die Membranfärbung mehr ins Rotgelbe und nähert sich den Farbentönen, welche die Pflanzen in den von sauren Gasen bestrichenen Gegenden annehmen, erreicht aber, soweit ich bisher beobachten konnte, nicht deren Intensität. Bei Gerste gelingt es, in künstlichen Kulturen junge Saat derart zum Absterben zu bringen, dass sämtliche Blätter eine intensiv fuchsrote Färbung annehmen, ohne dass dabei noch der Zellinhalt, der aus spärlichen goldgelben „Restkörpern" besteht, von irgendwelchem Einfluss ist. In solchen Fällen erscheinen im mikroskopischen Bilde die Bastleisten nahezu karminrot. Die Färbung aber schwindet schnell, wenn die Schnitte in Wasser gebracht werden.

Es ist gesagt worden, dass die Entleerungsvorgänge und die Membranverfärbung von der Spitze des Blattes aus zu beginnen und nach der Basis hin fortzuschreiten pflegen. Es bildet sich dabei zwischen der abtrocknenden Spitze und der grünen Basis eine vergilbende Übergangszone mit verwaschenen Rändern, während bei Rauchbeschädigungen die Grenze zwischen krankem und gesundem Gewebe anfangs scharf ist. Obige Angabe ist aber nur richtig, soweit sie sich auf die oberflächliche Betrachtung der Pflanze mit blossem Auge bezieht. Wenn man jedoch die allmählich abreifenden Blätter in Schnitte zerlegt, findet man, dass häufig in dem für das blosse Auge noch lebhaft grün erscheinenden Basalteil sich schon Inseln zeigen, in denen die Chloroplasten verschmolzen und „Reifetropfen“ ausgeschieden sind, während die anstossenden Gewebefelder desselben Schnittes noch Chlorophyllkörper in normaler Gestalt und Lagerung besitzen. Meist sind solche vergilbende Inseln scharf durch ein Gefässbündel jederseits begrenzt. Dieselbe Abgrenzung zeigt sich bei Entstehung brauner. scharf umgrenzter harter Flecke, die häufig als Zeichen von Säurebeschädigung oder als Folge von Flugaschenauflagerung angesehen worden sind. Die Erscheinung kommt am häufigsten bei Gerste und Hafer vor, und zwar auch in Gegenden, die ausserhalb jeder giftigen Raucheinwirkung liegen. Der Bau dieser Flecke ist insofern interessant, als zunächst der relativ reichlich vorhandene Zellinhalt darauf hindeutet, dass diese Gewebeinseln sehr früh abgestorben sind. Ferner aber ist die Beschaffenheit des Zellinhalts völlig abweichend von dem der Umgebung. An Stelle der isolierten oder höchstens klumpig zusammengeflossenen Chlorophyllkörper im umgebenden Gewebe besteht der Zellinhalt in diesen Flecken, die ich als „Nekroseflecke“ einführen möchte, aus einer ganz gleichartigen, erstarrten Masse, welche, ehemals teigartig-flüssig, sich in verschiedener Dicke der inneren Zellwand aufgelagert, sich gleichsam auf dieselbe ausgegossen hat und nun mit der Membran Verfärbung und Brüchigkeit teilt. Zur Unterscheidung von den übrigen Arten des Absterbens des Zellinhalts habe ich diese Art der Umänderung zu einer gleichartig sich der Wand aufgiessenden Auskleidung als „Gussform“ bezeichnet. Man begegnet nun zwei Formen von derartigen Nekroseflecken, von denen die eine durch gelbbraune Verfärbung des sterbenden Gewebes, die zweite durch tiefrotbraune bis schwarzbraune Färbung charakterisiert wird. Letztere zeichnet sich durch starke Schwärzung bei Zusatz von Eisenchlorid aus, ist daher als besonders reicher Gerbstoffherd zu betrachten.

Dieses Auftreten scharf umgrenzter Flecke absterbenden, meist tiefbraun gefärbten, durch seine Starrheit den Eindruck der Verkorkung hervorrufenden Gewebes ist also kein Zeichen giftiger äusserer Einflüsse von Gasen oder Flugstaub, sondern ein in den

Kreis der normalen Todesarten zu ziehendes Vorkommnis. Dasselbe ist keineswegs auf die Gräser beschränkt, sondern eine bei den verschiedensten Pflanzenfamilien auftretende Erscheinung, die ich als Zeichen von Ernährungsschwäche oder Inanition (nicht zu verwechseln mit Nährstoffmangel) ansehe und wegen ihrer weiten Verbreitung als eine Krankheitsgruppe unter dem Namen „Fleckennekrose" zusammenfassen möchte. Wer viel krankes Material unter den Händen gehabt, wird wissen, wie oft sich abgestorbene, in Inhalt und Wandung erstarrte, meist braune Gewebeinseln mitten in einer noch saftig grün erscheinenden Blattfläche kenntlich machen. Bei Dracänen und Palmen ist es eine wohlbekannte Erkrankungsform, dass die Blätter gelb und später braun punktiert erscheinen; bei Kalimangel hat WILFARTH experimentell gezeigt, dass bei manchen Dikotyledonen das Blatt durch Bildung weisser isolierter Flecke abtrocknenden Gewebes seine Erkrankung anzeigt. Bei plötzlichem Wassermangel vertrocknen bei vielen Dikotylen innerhalb der einzelnen Intercostalfelder diejenigen Gewebegruppen in Form sogenannter Brandflecke zuerst, die am weitesten entfernt von den Gefässbündeln liegen. Bei der Mosaikkrankheit des Tabaks, die ihre Analogien sicherlich in den verschiedensten anderen Familien finden wird, stellen die erkrankten Gewebeherde Flecken dar, in denen nach WOODS die Enzyme besonders wirksam sind. Es ist hier gleichgültig, ob dies nach der WOODS'schen Ansicht durch lokale Vermehrung der Enzyme stattfindet oder, nach der Anschauung von HUNGER, darauf beruht, dass zwar keine absolute Vermehrung der Enzyme vorhanden sei, aber ein von ihm nachgewiesener Rückgang der reduzierenden Gerbsäure in den erkrankten Gewebepartien den vorhandenen Enzymmengen eine vermehrte Wirkung gestattet.

Dass derartige Fälle von fleckweisem Erkranken und Absterben einzelner Gewebegruppen mitten im grünen Gewebe mit einer Inanition, einer Erschöpfung der Stoffwechselenergie zusammenhängen, beweist ausser den Experimenten von WILLFARTH auch der Umstand, dass die Fleckennekrose bei einzelnen Pflanzenfamilien in dem normalen Lebensgang als Zeichen beginnender Senilität eingeschaltet sich zeigt, sowie dass sie oftmals zuerst an den Blatträndern, also an der für Wasser- und Nährstoffzufuhr ungünstigst situierten Peripherie des Organs sich einstellt und manchmal auf dieselben beschränkt bleibt. So findet man z. B. bei manchen Amaryllideen (*Hippeastrum*) das Auftreten roter Flecke, als erstes Anzeichen des beginnenden Auslebens, auf die Randzone des Blattes beschränkt. Der Gang des Auslebens beginnt, soweit ich bei den Differenzierungen des Zellinhalts beobachten konnte, nach dem Ausscheiden und Verschwinden des Cyanophylls, während das Xanthophyll und Carotin lange zurückbleiben und die Vergilbung des Pflanzenteils bedingen.

Schliesslich erhält sich bis zum Vertrocknen nur noch die Carotingruppe in den fettartigen sogenannten Restkörpern. Dies ist natürlich nur als allgemeines Schema anzusehen, innerhalb dessen die verschiedensten Umwandlungsformen bei den einzelnen Pflanzenspezies und Kulturbedingungen sich einstellen.

Die im anatomischen Bau begründete schwächere Ausbildung, Bewässerung und Ernährung der Assimilationsgewebe an der Blattperipherie bedingt bei den meisten Pflanzen eine Bevorzugung der Randpartien bei dem normalen oder pathologischen Absterben, und so sehen wir auch an den Getreidearten bei Beginn des normalen Auslebens ein bevorzugtes Absterben der Blattränder, während der übrige Teil der Blattfläche noch grün ist. Bei der sogenannten *Hormodendron*-Krankheit der Gerste z. B. (die übrigens meinen Beobachtungen nach nicht von *Hormodendron* bedingt und überhaupt gar keine Pilzkrankheit ist) zeigt sich das erste Auftreten der Nekroseflecke bei künstlicher Erzeugung zuerst am Rande der Spitzenregion, also an dem Orte der schwierigsten Wasser- und Nährstoffzufuhr für alternde Blätter.

Auch dieser Vorgang des voraneilenden Absterbens der Blattränder, das man als Auftreten „dürrer Saumlinien" bezeichnet und als bestimmtes Zeichen von Säurebeschädigung mehrfach gedeutet hat, ist an sich aber ein normales Vorkommnis. Die in den von saueren Gasen zeitweise überfluteten Feldern wachsenden Pflanzen besitzen dieses Merkmal nur in grösserer Ausdehnung und bedeutend früher als gleichartige Kulturen in rauchfreier Gegend.

In früheren Arbeiten[1]) habe ich bei Besprechung der ätzenden Wirkungen von Teer- und Asphaltdämpfen auf ein Merkmal aufmerksam gemacht, das bei der Untersuchung von Säureschäden besondere Beachtung verdient; es ist dies ein Zusammenfallen der Epidermiszellen. Bei den jetzigen Untersuchungen von Getreide, das während seiner Entwicklung von Salzsäuredämpfen bestrichen worden ist, wurde diesem Merkmal besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Es wurde auch und zwar besonders scharf in den Randregionen der Blätter aufgefunden; aber gleichzeitig musste auch die Erfahrung gemacht werden, dass ein Zusammentrocknen der Epidermiszellen (bei starker Hitze und Trockenheit) ausserhalb jeder Rauchzone ebenfalls sich einstellen kann. Bei Hafer, Roggen und Weizen findet dieser Vorgang spärlich, bei Gerste mit ihren schwächer verdickten Zellwandungen aber häufig statt.

Somit ist auch das letzte anatomische Merkmal, das ich als

1) SORAUER, Die Beschädigungen der Vegetation durch Asphaltdämpfe. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 1887.

charakteristisch für Säurebeschädigung angesehen hatte, gefallen. Es ergibt sich also, dass von den in der Literatur bekannten oder von mir aufgefundenen Vorkommnissen die Art der Verfärbung der Blattspitzen abhängig von der Menge des noch vorhandenen Zellinhalts zur Zeit der Einwirkung saurer Gase ist; je verarmter bereits das Gewebe, desto weisslicher erscheint die absterbende Blattspitze. Das Entstehen trockner Saumlinien gehört in den Kreis der normalen Todeserscheinungen, ebenso wie das Auftreten trockner, scharf umgrenzter, gelb- oder rotbraun gefärbter Flecke an der sonst noch grünen, saftigen Blattfläche. Die eigenartige, ins Rotgelb spielende Verfärbung der Membranen säurebeschädigter Getreidepflanzen kommt, wenn auch in geringerer Intensität, in rauchfreien Gegenden ebenfalls vor. Endlich ist die Art der Vertrocknung des Gewebes bei den durch Salzsäuredämpfe geschädigten Pflanzen — ein Punkt, auf den ich nur in der späteren, ausführlicheren Mitteilung eingehen kann — zwar verschieden von dem Schrumpfen des normal auslebenden Blattes, kommt aber bei anderen Erkrankungen bisweilen vor.

Trotzdem es, wie wir sehen, der anatomischen Analyse nicht gelungen ist, an den durch Salzsäuredämpfe geschädigten Getreidepflanzen spezifische Schädigungsformen aufzufinden, erweist sich die anatomische Untersuchung doch als ein ferner bei der Expertise nicht mehr zu umgehender Faktor. Abgesehen davon, dass nur das Mikroskop imstande ist, die parasitären Vorkommnisse bei rauchbeschädigten Pflanzen richtig zu beurteilen, gibt das Instrument auch sichere Anhaltspunkte für das Vorhandensein von Rauchschäden durch die Feststellung des quantitativen Auftretens der vorerwähnten anatomischen Merkmale. Die säurebeschädigten Pflanzen sterben schneller; ihre abgestorbene Fläche ist gegenüber gleichartigen Pflanzen aus rauchfreier Gegend innerhalb desselben Zeitraumes bedeutend grösser. Die Membranverfärbungen, sowie das Zusammensinken der Epidermiszellen sind intensiver und der Umfang der vor normaler Entleerung absterbenden Gewebepartien ein bedeutenderer.

Dadurch bestätigt der vorliegende anatomische Befund bei den Getreidearten die bei anderen Pflanzen von WISLICENUS[1]) und WIELER[2]) erlangten Resultate der physiologischen Untersuchungen. Ersterer sagt: „Die gesamte physiologische Störung setzt sich aus zwei Hauptwirkungen zusammen: dem von mir früher experimentell

1) WISLICENUS, Zur Beurteilung und Abwehr von Rauchschäden. Zeitschr. für angewandte Chemie 1901, Heft 28.

2) WIELER, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1900 und 1902. — Ferner: „Über unsichtbare Rauchschäden.“ Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen, April 1903. „Wenig beachtete Rauchbeschädigungen.“ Jahresber. der Vereinigung der Vertreter der angew. Botanik, I. Jahrg., 1904, Gebr. BORNTRÆGER, Berlin.

bewiesenen Eingriff in den Chemismus der Assimilation, und andererseits einer reinen Giftwirkung, d. h. Hemmung des Systems eigentlicher vitaler Vorgänge, gewisser Reizerscheinungen, Transpiration, Plasmatätigkeit, Chlorophyllbildung und Arbeit des Chlorophylls." — WIELER erklärt: „Meine eigenen Untersuchungen führen mich zu der Annahme unsichtbarer Rauchschäden. Es lässt sich sowohl für die Salzsäure, wie für die schweflige Säure der Nachweis führen, dass durch diese Säuren in Konzentrationen, welche die Zelle nicht töten, die assimilatorische Tätigkeit der Chloroplasten in den Blattzellen herabgedrückt wird, so dass derartige Pflanzen gegenüber Exemplaren unter normalen Verhältnissen weniger, zuweilen erheblich weniger organisches Material erzeugen, wodurch auf die Dauer auch die Holzbildung hinter der normalen zurückbleiben muss." —

Betreffs der „unsichtbaren Rauchschäden" habe ich in einer früheren Arbeit[1]) bereits auf das Verhalten des Chlorophyllapparates unter dem Einfluss saurer Gase bei äusserlich gesund aussehenden Fichtennadeln hingewiesen. Bezüglich der Depression des Zuwachses werde ich in der ausführlicheren Mitteilung Beispiele dafür bringen, welche Schädigung die Getreidepflanze in ihrer Gesamtentwicklung und ihrer Körnerproduktion erleiden kann. Es ist selbstverständlich, dass das hier beobachtete schnellere Ausleben des Blattes in einer saure Gase enthaltenden Atmosphäre, entsprechend der abgekürzten Arbeitszeit, eine geringere Produktion an Trockensubstanz zur Folge hat. Dieses schnellere Ausleben dokumentiert sich im vorzeitigen Eintritt der Herbstfärbung, die hier bei dem Getreide anatomisch verfolgt worden und die WIELER in seinen neuesten Publikationen bei der Buche hervorhebt.

Der hier vorliegende erste Versuch einer vergleichenden anatomischen Analyse rauchbeschädigter Pflanzen zeigt uns, dass diese bei Untersuchungen von Rauchschäden denselben Weg gehen muss, wie die chemische Analyse, nämlich den der Feststellung quantitativer Unterschiede in der Ausbildung der einzelnen Schädigungsformen gegenüber einem gleichen Pflanzenmaterial aus der nächstliegenden rauchfreien Umgebung. Die Resultate werden dieselbe Sicherheit wie die chemischen Untersuchungen liefern, wenn der Beobachter sich in die Materie eingearbeitet hat. Dieses Auseinanderhalten der durch verschiedenartige Einflüsse einschliesslich der Parasiten hervorgerufenen Beschädigungsformen von spezifischen Rauch-

1) SORAUER, Über die Rotfärbung der Spaltöffnungen bei *Picea*. Notizblatt des Königl. botan. Gartens zu Berlin, 1898, Nr. 16. — RAMANN und SORAUER, Sogenannte unsichtbare Rauchschäden. Bot. Centralbl. 1899.

schäden erfordert ein eingehenderes Vorstudium. Die Sicherheit wächst mit der Menge verschiedenartigen Materials, das einem Gutachter durch die Hände geht. Deshalb erscheint es geboten, staatlicherseits besondere „Kommissionen für Rauchschäden" zu bilden, in denen ausser Chemikern und Pathologen auch Techniker und Landwirte vertreten sind.

72. N. Gaidukov: Über den braunen Algenfarbstoff.

(Phycophaeïn und Phycoxanthin.)

Eingegangen am 28. Dezember 1903.

Alle Wasserauszüge aus den Algen habe ich folgenderweise hergestellt: Die zerschnittenen und sehr sorgfältig in destilliertem Wasser gewaschenen frischen Algen wurden bei gewöhnlicher Temperatur in Flaschen mit thymolisiertem[1]), destillierten Wasser gelegt. Die Flaschen wurden hermetisch verschlossen und in einen dunklen Raum gestellt. Der braune Farbstoff von *Fucus serratus*, *Laminaria saccharina*, *Ascophyllum nodosum* usw., „Phycophaeïn"[2]), ist in kaltem Wasser nur sehr schwer löslich. Erst nach etwa zwei Wochen wurde das Wasser schön rötlichbraun gefärbt. Die Lösung habe ich filtriert und spektroskopisch untersucht. Das Spektrum der genannten Lösung besass nicht nur die Endabsorption des blauen Endes, sondern auch, wie AD. HANSEN[3]) das ganz richtig bemerkt hat, ein Absorptionsband zwischen den Linien *b* und *F*. Nach Ausdampfung dieser Lösung im Exikkator bekommt man eine rötlichbraune, amorphe Masse. Im Spektrum der Teilchen dieser Masse ist auch neben der Absorption des blauen Endes das Band zwischen den Linien *b* und *F* ganz gut zu sehen. Dieses Band wurde von mir mit Hilfe des ENGELMANNschen Mikrospektralphotometers auch quantitativ[4]) nachgewiesen, wie folgende Tabelle zeigt:

---

1) Vergl. NADSON, Scripta botanica horti Univers. Petropolit. IV, 1892, p. 12.

2) Siehe MILLARDET, Compt. rend. 68, 1869, p. 462.

3) Arbeiten des Botan. Instituts Würzburg, 3, Nr. 11, 1885.

4) Vergleiche die Methode der Untersuchung: GAIDUKOV, Über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung der lebenden Oscillarien. Abhandl. der Akad. der Wiss. Berlin, I, 1902, S. 10.

λ =	Das Teilchen der harten, braunen Substanz aus *Fucus serratus* 1 =	Das Teilchen der harten, braunen Substanz aus *Porphyra* 1 =
720—670	65,8	66,8
670—650	52,0	} 50,6
650—630	45,0	
630—610	40,5	
610—590	39,5	35,9
590—570	35,2	31,4
570—540	27,5	} 20,6
540—530	26,0	
530—520	23,9	
520—510	14,6	
510—500	**12,6**	**15,0**
500—490	**11,2**	**11,5**
490—480	**11,7**	15,7
480—470	12,8	16,0
470—460	11,3	13,0
460—450	**7,1**	8,6
450—440	**6,0**	} 5,7
440—420	**5,0**	

Die Ursache, warum die früheren Forscher[1]), ausser AD. HANSEN, dieses Band nicht beobachtet haben, kann man vielleicht dadurch erklären, dass dieses Band mit der starken Endabsorption schnell zusammenfliesst.

Auf die Tatsache, dass die aus den Algen isolierten Farbstoffe nicht immer mit den in den Chromatophoren befindlichen identisch sind, weist folgendes: *Dictyota dichotoma*, welche nach AD. HANSEN[2]) den roten Florideenfarbstoff enthält, gehört zu den wenigen Algen, die im lebenden Zustande fluoreszieren. Auf die grüne Fluoreszenz dieser Alge hat mich Herr Dr. P. KUCKUCK in Helgoland aufmerksam gemacht. Das Spektrum der genannten Alge unterscheidet sich von den Spektra anderer brauner Algen dadurch, dass es ausser der Endabsorption und dem Absorptionsband zwischen *b* und *F* auch ein Absorptionsband bei λ 545 besitzt. Der Wasserauszug dieser Alge ist braun mit grüner Fluoreszenz. Diese Tatsache bestätigt also die frühere Beobachtung von ROSANOFF[3]), welcher sagt: „Es scheint, dass die Wasserauszüge aus braunen Algen die grüne Fluoreszenz besitzen.“ Doch bald nach dem Filtrieren verschwindet diese Fluoreszenz, und der Farbstoff, den man spektroskopisch untersuchen kann, ist braun und besitzt nur die Endabsorption und das Band

1) Vergl. z. B. SCHÜTT, diese Berichte, V, 1887, S. 270.

2) Mitth. der Zoolog. Station Neapel, 1893, S. 299.

3) Morphologische und physiologische Untersuchungen usw. (russisch). St. Petersburg 1867, S. 30.

zwischen den Linien *b* und *F* und ist dem obengenannten Farbstoffe gleich.

Die meisten Forscher[1]) haben gefunden, dass der Alkoholauszug der braunen und der blaugrünen Algen von dem Alkoholauszug der grünen Pflanzen abweicht und einen besonderen Farbstoff, Phycoxanthin, enthält. SORBY[2]) meint sogar, dass der *Fucus*-Farbstoff ausser Chlorophyll und Xanthophyll noch Chlorofucin und Fucoxanthin enthält. HANSEN[3]) hat dagegen festgestellt, dass der Alkoholauszug aus *Fucus vesiculosus*, wie die Alkoholauszüge aus allen andern Pflanzen, nur Chlorophyllgrün und Chlorophyllgelb enthält, und dass die braune Färbung dieses Alkoholauszuges dadurch entsteht, dass der braune Farbstoff der Phaeophyceen auch in verdünntem Alkohol löslich ist. Auch ASKENASY[4]) hat bemerkt, dass dieser Farbstoff in verdünntem Spiritus löslich ist.

Meine Versuche bestätigen die von HANSEN. Die frischen, geschnittenen und in frischem Wasser gewaschenen Teile des *Fucus serratus* legte ich in 97prozentigen Alkohol. Nach einigen Stunden erhielt ich eine braungrüne Lösung mit roter Chlorophyll-Fluoreszenz. Bei der Teilung dieses Auszuges durch Petroläther[5]) wird die obere Ätherschicht typisch chlorophyllblaugrün und die untere Schicht rötlichbraun. Wenn aus demselben Material des *Fucus* mehrere Auszüge gemacht werden, so sind die letzten Auszüge rein chlorophyllgrün, und bei der Teilung der letzteren durch Petroläther wird die Petrolätherschicht blaugrüne und die Alkoholschicht die gewöhnliche xanthophyllgelbe Farbe haben. Legt man nicht frische, sondern getrocknete *Fucus* in 97prozentigen Alkohol, so wird der Auszug rein chlorophyllgrün, und die Teilung dieses durch Petroläther zeigt, dass derselbe auch nur aus Chlorophyll und aus Carotin besteht, das dem von MONTEVERDE[6]) bei den höheren Pflanzen untersuchten Xanthophyll vollkommen gleich ist. Im Spektrum des braungrünen Auszuges ist das Band zwischen *b* und *F* sehr stark entwickelt, fehlt aber in dem der grünen Lösung vollkommen.

Nach der Ausdampfung des braungelben Auszuges bleibt ein Rückstand, der aus grünen und braunen Teilen besteht. Farbe und Spektrum der braunen Teile sind dieselben, wie die nach Ausdampfung des Wasserauszuges erhaltenen. Bei der Auflösung dieses

1) J. KRAUS et MILLARDET, Mém. soc. sc. Strassbourg, 6, 1870, p. 23. — REINKE, PRINGSH. Jahrb. 10, 1875, S. 399. — NEBELUNG, Bot. Zeitung 1878, Nr. 25—27. — MONTEVERDE, Acta Horti Petropolit. 13, 1, 1893, p. 170.

2) Proceed. Roy. Society 21, 1873, p. 454.

3) Arbeiten des Bot. Instituts Würzburg, l. c.

4) Bot. Zeitung 1869, S. 787.

5) Vergl. MONTEVERDE, l. c.

6) l. c.

Rückstandes in destilliertem Wasser bleibt der grüne Teil ungelöst, der braune Teil löst sich dagegen auf, und diese braune Lösung ist dem ursprünglichen Wasserauszuge gleich. Nach der Ausdampfung des grünen Auszuges habe ich nun die grünen, teils kristallinischen Schichten des Chlorophylls bekommen und die gelben Kristalle des Xanthophylls. Der braune Teil fehlte dagegen ganz. Im Spektrum der gelben Kristalle war das typische Xanthophyllband zwischen den Linien *F* und *G* ganz gut zu sehen.

Aus dem Gesagten folgt, dass der braune Phaeophyceenfarbstoff (Phycophaeïn) sich nicht nur in kochendem, sondern auch in kaltem Wasser löst (sehr schwer) und in verdünntem Alkohol (sehr leicht). Die nassen Algen beeinflussen die Auflösung, da sie die Konzentration des Alkohols abschwächen. Der Farbstoff der trockenen Algen löst sich nicht auf, ebenso auch nicht nach mehreren Extraktionen. Der normale grüne Alkoholauszug von *Fucus* besteht, ebenso wie der von höheren Pflanzen, aus grünem Chlorophyll und aus „Xanthophyll“ MONTEVERDE, eines Farbstoffes aus der Gruppe der Carotine. Nur das Carotin der Petrolätherschicht, das Carotin MONTEVERDE[1]) konnte ich, ebenso wie auch DECKENBACH[2]), nicht finden. Dieser Auszug enthält keinen besonderen Farbstoff, Phycoxanthin (der in letzter Zeit der Gruppe Carotin beigerechnet worden ist[3]). Phycoxanthin existiert bei den Phaeophyceen nicht; man belegte mit diesem Namen nur Chlorophyll und Carotin oder Carotin allein, dem Phycophaeïn beigemischt war.

Phycophaeïn bezeichne ich mit dem Namen „braunes Phycochrom“[4]). Ich verändere die Bedeutung des Begriffes „Phycochrom NÄGELI“ und rechne zu der Phycochromgruppe die Farbstoffe, die man von den Chromatophoren der toten Algen, ausser Chlorophyll und Carotin, erhält.

Die Auszüge der Schizophyceen und Diatomeen habe ich nicht untersucht; doch abgesehen davon, dass die Farbe der letzteren und einiger von ersteren der Farbe der Phaeophyceen ähnlich ist, und dass deren Phycoxanthin auch das Band zwischen *b* und *F* besitzt, folgt, dass auch das letztere wahrscheinlich nur Chlorophyll und Carotin ist, zu denen das braune oder gelbe Phycochrom beigemischt ist, und dass die braune oder gelbe Farbe dieser Pflanzen nicht von Carotin resp. Phycoxanthin hervorgerufen wird. Die Ursache, warum dieses Phycochrom nicht isoliert wurde, ist vielleicht darin zu suchen, dass das gelbe und das braune Phycochrom in Wasser sehr schwer löslich sind.

1) l. c.
2) Arbeiten der Petersburger Naturf. Gesellsch. 25, 1895, S. 9.
3) Vergl. KOHL, Untersuchungen über Carotin. 1902, S. 147.
4) Gattungen einzelliger Algen. 1849, S. 5.

Nach der Ausdampfung der Auszüge der Algen bekommt man so viele farblose, teils kristallisierte Substanzen, dass die reinen Farbstoffe aus ersteren zu isolieren sehr erschwert ist. In den rosa gefärbten Alkoholniederschlägen der roten, gelb fluoreszierenden Auszüge des *Ceramium rubrum* befinden sich sehr viele farblose, drusenähnliche Kristalle. Die gleichen Niederschläge der *Porphyra* enthalten nur sehr wenige dieser Kristalle. Bei der Kristallisation der Wasserlösungen des roten Phycochroms (Phycoerythrins) — nach der Methode von MOLISCH[1]) — habe ich ausser den roten Kristalloiden auch ebenso gestaltete farblose erhalten, wie das früher CRAMER[2]) bei den *Rhodospermin*-Kristallen beobachtet hat.

Gleich DECKENBACH[3]) habe ich bemerkt, dass man den braunen Farbstoff auch aus den Rhodophyceen erhalten kann. Aus *Chondrus crispus* läuft meistens nur der hellbraune Farbstoff in Wasser aus, der nach dem Trocknen einen amorphen, braunen Rückstand bildet; die Alge selbst bleibt jedoch violett. Nur einmal ist es mir gelungen nach sehr langer Maceration im Wasser einen rosavioletten Farbstoff zu erhalten. Nach der Kristallisation des Porphyrafarbstoffes habe ich, ausser den Kristalloiden, auch einige amorphe Teilchen einer gelbbraunen Substanz bekommen. Das Spektrum dieser Teilchen war denen des braunen Phycochroms von *Fucus* gleich (siehe Tabelle oben).

---

73. R. Sadebeck: Einige kritische Bemerkungen über Exoascaceen. I.

Eingegangen am 24. Dezember 1903.

Der Bericht über die Oktobersitzung enthielt eine interessante Mitteilung von A. VOLKART über *Taphrina rhaetica* nov. spec. auf *Crepis blattarioides* Vill. Auf Compositen waren Exoasceen noch nicht beobachtet worden. Ausserdem zeigte VOLKART, dass die fertile Hyphe nicht subcuticular, sondern subepidermal ausgebildet werde. Dies findet man aber nicht hier allein, wie der Verfasser annimmt, sondern es liegen in der Tat schon Mitteilungen über eine fertile subepidermale Hyphe vor. Nichtsdestoweniger gebe ich zu, dass die Einreihung dieser Exoascee in eine der bestehenden Gattungen

1) Bot. Zeitung 1894, S. 177.

2) Vierteljahrschr. der Naturf. Gesellsch. in Zürich, 1862, S. 350.

3) Arbeiten der Petersburger Naturf. Gesellsch. 23, 1893, S. 7. — Scripta botanica 20, 1903, p. 119.

dem Verfasser Schwierigkeiten machen musste, da die Gattung *Magnusiella*, welche hierbei hätte in Frage kommen können, ein Hymenium überhaupt nicht entwickelt.

JOHANSON[1]) hatte bereits beobachtet, dass das Hymenium der *Taphrina Potentillae* sich subepidermal ausbilde, und daher in der Diagnose angegeben: „Hyphis ..... fertilibus non ut apud *T. Pruni*, ascis formandis, inter cuticulam et cellulas epidermales crescentibus, sed sub epidermide in stratum tenuissimum consociatis; etc.“ Mit Bezug hierauf hatte ich früher[2]) auch selbst gesagt: „Die Entwicklung der fertilen Hyphe findet unterhalb der Epidermis statt.“ Meine spätere Annahme[3]), dass dieser Parasit der Gattung *Magnusiella* zuzuweisen sei, beruhte auf der Untersuchung infizierter Blätter von *Potentilla canadensis*, aus welcher ich entnehmen zu müssen glaubte, dass die Asken direkt aus den Enden von Mycelästen hervorgehen, die Bildung einer fertilen Hyphe unterhalb der Epidermiszellen also unterbleibe. Bereits vor einigen Jahren überzeugte ich mich jedoch an dem vorzüglichen Untersuchungsmaterial, welches Herr O. JAAP bei Mörsum auf Sylt gesammelt hatte, dass JOHANSON vollständig im Recht war. Diese Beobachtung wurde neuerdings durch die Untersuchung von Alkoholmaterial infizierter *Potentilla canadensis* bestätigt. Die Anlage der Asken erfolgt also nicht an den Enden von Myceliästen, sondern die Ascusbildung ist direkt auf ein subepidermal entwickeltes Hymenium zurückzuführen, welches, wie bei allen echten *Exoascus*-Arten, oïdienartig zerfällt. Auf diese Oïdien ist hier die Bildung der askogenen Zellen meist ganz direkt zurückzuführen. Wir werden daher im Nachfolgenden sehen, dass sowohl *Taphrina rhaetica*, als *Magnusiella Potentillae* der Gattung *Exoascus* einzuverleiben sind.

Schon vor Jahren hatte ich darauf hingewiesen, dass die Ascusform auch innerhalb einer und derselben Species nicht immer konstant bleibe. Es musste auffallen, dass auf einem und demselben Blatte der Hexenbesen von *Prunus Cerasus* mitten unter den schmalen keulenförmigen Asken des *Exoascus Cerasi* eine andere Ascusform auftrat, von welcher ich nachweisen konnte, dass sie von einem und demselben Mycel ihren Ursprung nimmt, wie die Asken der oben genannten dünnen Keulenform. Diese zweite Ascusform enthielt

1) C. J. JOHANSON, Oefversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. 1885, No. 1, p. 35.

2) Kritische Untersuchungen über die durch *Taphria*-Arten hervorgebrachten Baumkrankheiten. Arbeiten des Hamburg. Botan. Museums 1890. In dem Jahrbuch der Hamburgischen wissenschaftlichen Institute, Bd. VIII, S. 33.

3) Die parasitischen Exoasceen. Eine Monographie. Arbeiten des Hamburg. Botan. Museums 1892/93. In dem Jahrbuch der Hamburg. wissenschaftl. Institute, Bd. X, 2, 1893.

breite und niedrige Asken, war mehr oder weniger zylindrisch und durch eine Stielzelle charakterisiert, welche sich nach der Basis zu verbreitert, während die Stielzelle der Keulenform nach der Basis zu sich verjüngt. Genau dieselbe breitere und zylindrische Ascusform fand ich auch bei *Exoascus minor* auf *Prunus Chamaecerasus* (Kritische Untersuchungen, 1890). Zwischen diesen beiden Ascusformen findet man auch Übergangsformen, aber eigentümlicherweise auf den Hexenbesen von *Prunus avium* in Nordamerika nur diese Mittelformen, während die ausgezeichnet schlanke Keulenform nach den Abbildungen ATKINSON's[1]), der sonst die verschiedenen Ascusformen jeder Species eingehend erörtert, in Nordamerika zu fehlen scheint.

Die breitere und zylindrische Form der Asken des *Exoascus Cerasi* finden wir auch bei *Taphria bullata* (a. a. O. 1890, Taf. IV, Fig. 4), deren Asken jedoch etwas grösser sind als diejenigen des *Exoascus minor*, *Crataegi* usw. Die Form dünner Keulen wurde dagegen an den Asken des *Exoascus Rostrupianus* Sad., *E. communis* Sad., *E. longipes* Atkins., *E. rhizipes* Atkins. usw. beobachtet.

Dass man bei anderen Infektionen der Rosaceen dagegen recht beträchtliche Abweichungen von den beiden genannten Formen der Asken beobachtet, will ich hier nur kurz erwähnen. Die normal entwickelten Asken von *Exoascus confusus* Atkins. z. B. sind schmale, meist an beiden Enden gerade abgeschnittene Zylinder, während die Asken ven *Exoascus cecidomophilus* umgekehrte, kurze, dicke Keulen darstellen.

Andererseits findet man Ascusformen, welche wir in den *Exoascus*-Infektionen der Rosaceen wiederholt angetroffen haben, auch in *Exoascus*-Infektionen der Farne wieder. Die oben mehrfach genannte zylindrische Ascusform von *Exoascus minor* usw. beobachtet man — abgesehen von einer ganz geringen Grössenverschiedenheit — bei den Asken des *Exoascus Cornu cervi* Giesenhagen. Auch die Abbildungen GIESENHAGEN's selbst lassen hierüber keinen Zweifel, man vergleiche z. B. GIESENHAGEN's Figuren 24 und 50 (Flora 1895, Ergänzungsband, S. 330 und 349). Die Asken des *Exoascus Vestergreenii*, welche an den Enden meist gerade abgeschnitten sind, stimmen mit den Zylindern des *Exoascus confusus* überein. Die Ascusformen von *Exoascus fuscus* und *Taphria Laurencia* erinnern an die schlanken Keulen von *Exoascus Cerasi*. (*Exoascus filicinus* habe ich noch nicht untersuchen können).

Eine sehr abweichende Form der Asken finden wir dagegen bei *Exoascus lutescens*. Diese auf *Nephrodium Thelypteris* Sw. lebende Species wurde von mir früher (a. a. O. 1893) in die Gattung *Magnu-*

1) GEO. F. ATKINSON, Leaf curl and plum pockets. Agricultural Experiment Station. Botan. Divis. Bull. 73, Ithaka, N. Y. 1894.

siella eingereiht, weil ich nach der Abbildung von ROSTRUP[1]) annahm, dass die Asken direkt aus den Enden von Mycelästen hervorgingen. Dies ist nun, wie ich neuerdings gefunden habe, nicht der Fall; die Asken entsprossen vielmehr einem gemeinsamen subcuticularen Hymenium, aus welchem in der für die Gattung *Exoascus* bekannten Art und Weise die Asken sich entwickeln. Die Ascusform dieses Pilzes ist eine sehr eigenartige, was sowohl in der Grösse, als in der Gestalt der Asken ihren Ausdruck findet. Die Gestalt derselben wird durch mächtige Keulen charakterisiert, welche von dünner Basis nach dem oberen Ende zu allmählich anschwellen und meistens an dem letzteren gerade abgeschnitten sind. In dem reifen Ascus findet man zahlreiche bakterienähnliche Konidien. Eine Stielzelle wird nicht abgetrennt. Die Länge der Asken beträgt 65—75 μ, an ihrer breitesten Stelle, d. h. in der Nähe des oberen Endes, sind sie 10 μ breit. Die Asken des *Exoascus Cornu cervi* z. B. werden (inkl. Stielzelle) nur 22—29 μ hoch. Diese kleinen zylindrischen Asken, sowie die schlanken Zylinder des *Exoascus Vestergreenii* und die andern oben genannten, nur kleinen Asken von Farninfektionen können nicht demselben Typus der Ascusformen angehören, aus welchem die mächtigen Keulen des *Exoascus lutescens* hervorgegangen sind. Viel eher könnte man annehmen, dass die Asken von *Exoascus minor*, *Crataegi* usw. demselben Ascustypus angehören, wie diejenigen des *Exoascus Cornu cervi*, da die Übereinstimmung dieser Ascusformen in der Tat eine höchst auffällige ist.

Während wir also gesehen haben, dass in den einzelnen Infektionen der Farne sehr verschiedene Ascusformen auftreten, und dieselbe Erscheinung auch in Infektionen der Rosaceen beobachteten, finden wir auf Farnen, also einer von den Rosaceen verwandtschaftlich weit entfernten Pflanzengruppe, zum Teil dieselben Ascusformen, welche in den *Exoascus*-Infektionen der Rosaceen wiederholt auftreten. Mit dieser Tatsache lässt sich unmöglich die Auffassung GIESENHAGEN's[2]) vereinigen, nach welcher aus der Form der Asken ein gesonderter *Pruni*-Typus für die Exoasceen der Rosaceen und ein gesonderter *Filicina*-Typus für die Exoasceen der Farne sich herleiten lässt.

Auch die eirunde Gestalt der Sporen, auf Farnen nach GIESENHAGEN in allen *Exoascus*-Infektionen, kann man wohl kaum als Merkmal eines besonderen *Filicina*-Stammes verwerten, da auch die Sporen anderer Exoasceen, z. B. diejenigen des *Exoascus Rostrupianus*, deutlich eirund sind.

---

1) Taphrinaceae Daniae. Kopenhagen 1890, S. 15, Fig. 3.

2) K. GIESENHAGEN, Die Entwickelungsreihen der parasitischen Exoasceen (Flora 1895, Ergänz.-Band) und *Taphrina*, *Exoascus* und *Magnusiella* (Bot. Zeit. 1901).

Auf *Populus*-Arten hat man drei Exoasceen beobachtet (*Exoascus rhizophorus* Johans., *Ex. Johansonii* Sadeb., *Taphria aurea* Fries), welche sämtlich durch die gelben Inhaltsmassen ausgezeichnet sind, aber wir wissen nicht, ob diese Färbung eine dem Parasiten inhaerente ist, oder ob sie durch gewisse Eigenschaften des Wirtes hervorgerufen wird, da der Pilz noch nicht ausserhalb der Wirtspflanze beobachtet wurde. Man kann also diese gelbliche Färbung nicht verwerten als Merkmal einer engeren verwandtschaftlichen Zusammengehörigkeit dieser drei Arten, zumal die Entwicklungsgeschichte diesem widerspricht. Sonst finden wir nur noch bei *Taphria Sadebeckii* Johans. eine gelbe Färbung des Ascusinhalts. Auf den Blättern von *Alnus glutinosa*, mitunter auf einem und demselben Blatte, beobachtet man aber nicht selten dicht nebeneinander gelbe oder gelblichweisse *Taphria*-Flecken und junge Infektionsstellen des *Exoascus Tosquinetii*. Der letztere führt in den Asken einen farblosen Inhalt, man wird daher kaum annehmen können, dass die gelbe Färbung des Ascusinhalts der *Taphria Sadebeckii* auf eine Einwirkung der Wirtspflanze zurückzuführen ist. Die genannte Färbung ist daher als eine dem Pilze inhaerente Eigenschaft zu betrachten. Die Asken der *Taphria Sadebeckii* sind 70 - 80 μ lang und 15—18 μ breit, diejenigen des *Exoascus Tosquinetii* nur 45—50 μ lang und sogar nur 6—7 μ breit. Es sind dies Grössenverschiedenheiten, die auch im Präparat sofort in die Augen fallen. Hinzu kommt, dass die Asken des *Exoascus Tosquinetii* ziemlich tief zwischen die Epidermiszellen hineinragen, während die mit gelbem Inhalt erfüllten *Taphria*-Asken nur wenig zwischen die Epidermiszellen eindringen, meist sogar dieselben mit breiter Basis bedecken[1]). Als ich diese beiden Ascusformen zum erstenmal sah, war ich erstaunt, dass diese erhebliche Verschiedenheit der Ascusgestaltungen den Autoren entgangen war. Es war kein Zweifel, dass hier zwei gänzlich verschiedene Arten vorlagen, aber die beträchtlichen Unterschiede, welche durch die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung nachgewiesen wurden, zeigten zugleich auch, dass diese beiden Exoasceen nicht nur verschiedene Species, sondern Vertreter zweier verschiedener Entwicklungsformen darstellen, welche in einer und derselben Gattung sich nicht zusammenfassen lassen. Ich glaube daher, dass GIESENHAGEN, der diese beiden Species in eine Gattung wieder vereinigt, sich von dem Entwicklungsgange derselben eine unrichtige Vorstellung macht. Dies scheint mir auch aus seiner Diagnose von *Taphria Sadebeckii* (Flora 1895, Ergänzungsband, S. 341) hervorzugehen: „das subcuticulare Mycel . . . . . bildet zwischen den vegetativen Zellen

1) Untersuchungen über die Pilzgattung *Exoascus* und die durch dieselbe in Hamburg hervorgerufenen Baumkrankheiten. Jahrb. der wissenschaftl. Institute zu Hamburg, 1883, Bd. I, Taf. 3, Fig. 21.

Gruppen von askogenen Zellen, welche zu einem dichten Hymenium zusammenschliessen." Dies ist nämlich nicht ganz zutreffend, denn zwischen den vegetativen Zellen bilden sich keineswegs Gruppen von askogenen Zellen, sondern es treten an den Mycelfäden zahlreiche, teils apikale, teils laterale Anschwellungen und Emergenzen auf, welche im Laufe der weiteren Entwicklung unter deutlich zu beobachtenden stofflichen Differenzierungen sich erst allmählich zur fertilen Hyphe ausbilden. Bezüglich der Vorgänge bei der weiteren Entwicklung verweise ich auf meine frühere Darstellung (1893, a. a. O., S. 29 und namentlich Taf. III, Fig. 2—8). In einigen Fällen finden alsdann auch in der fertilen Hyphe selbst noch Differenzierungen statt, welche erst zur Bildung der askogenen Zellen führen. Hierdurch hat sich GIESENHAGEN vielleicht irreführen lassen.

GIESENHAGEN's Diagnose von *Taphria Betulae*, welche fast durchweg wörtlich mit derjenigen von *Taphria Sadebeckii* übereinstimmt, ist daher in gleicher Weise wie oben zu berichtigen. Das Genauere über den Entwicklungsgang der *Taphria Betulae* vergleiche man a. a. O. (1903, S. 30, sowie ebenda, Taf. II, Fig. 12–21).

Auch auf *Betula verrucosa* findet man einen *Exoascus*, dessen Stielzelle — analog derjenigen von *Exoascus Tosquinetii* — in das Gewebe der Wirtspflanze eindringt. Wir werden in einer späteren Mitteilung sehen, dass auch in anderen Fällen die beiden Gattungen *Exoascus* und *Taphria* je einen oder mehrere Vertreter auf einem und demselben Baume oder auf nahe verwandten Bäumen desselben Genus besitzen, die beiden Gattungen *Exoascus* und *Taphria* also parallele Entwicklungsreihen darstellen. Dies werden wir bei einem Versuche, die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse der Exoasceen klarzulegen, nicht ausser Acht lassen dürfen. Andererseits aber haben Untersuchungen einer tropischen Exoascee, welche ich demnächst unter Vorlegung von Abbildungen besprechen werde, ergeben, dass die Gestalt des Ascus noch viel veränderlicher sein kann, als wir z. B. bei den Infektionen der Rosaceen gesehen haben. Die Asken einer und derselben Species nehmen nicht nur fast alle überhaupt bekannte, sondern auch bisher noch nicht beobachtete Formen an. Hieraus allein würde schon ohne weiteres hervorgehen, dass die Gestalt der Asken einem natürlichen System nicht zu Grunde gelegt werden kann. Es wäre dies ja sonst das Einfachste gewesen, und ich muss zugeben, dass ich am Anfange meiner Exoasceenstudien dies auch als durchführbar gehalten hatte, bis ich zuerst durch die auffallende Verschiedenheit der Entwicklungsgeschichte von *Exoascus Tosquinetii* und *Taphria Sadebeckii*, also zweier Exoasceen, welche man mitunter sogar auf einem und demselben Blatte findet, eines anderen belehrt wurde.

Will man ein richtiges Bild von den verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Pilzgruppe der Exoascaceen erhalten, so

darf man nicht ausser Acht lassen, diese auf künstlichem Nährboden zu kultivieren, zumal keineswegs alle Exoasceen Parasiten sind. Wenn man darauf achtet, dass in dem Ascus noch keine Konidienbildungen aufgetreten sind, so gelingt es, an mehreren Beispielen die Entwickelung der parasitischen Exoasceen von der Keimung der Sporen bis zur Anlage der Asken auf künstlichem Nährboden zu verfolgen, wie ich mich neuerdings wieder überzeugt habe. Da ich den Entwickelungsgang früher schon genau angegeben habe (1893, a. a. O), so will ich die Charakterisierung der beiden wichtigsten Gattungen der parasitischen Exoasceen, auf welche im vorhergehenden ganz insbesondere Bezug genommen wurde, nur kurz hervorheben.

Exoascus. Das Mycel zerfällt oïdienartig. Die Oïdien bilden ein Hymenium und werden entweder direkt oder nach weiteren Teilungen zu askogenen Zellen. Das Mycel perenniert. (In einigen Fällen geht dem oïdienartigen Zerfall eine Anschwellung des gesamten Mycels voraus.)

Taphria (*Taphrina*). Das Mycel zerfällt nicht oïdienartig. An den Enden und an den seitlichen Verzweigungen des Mycels findet erst infolge stofflicher Differenzierungen die Bildung einer fertilen Hyphe statt. (In einigen Fällen, z. B. bei *Taphria Ulmi* und *aurea*, finden in der fertilen Hyphe nochmals stoffliche Differenzierungen statt, deren Endprodukt erst die Bildung der askogenen Zellen ist. In anderen Fällen gehen aus der fertilen Hyphe die askogenen Zellen entweder ganz direkt oder nach einigen Teilungen hervor.)

Von diesen beiden verschiedenen Entwickelungsgängen, durch welche die Gattungen *Exoascus* und *Taphria* bestimmt werden, kann man sich übrigens auch an den aufeinander folgenden Entwickelungsstadien, welche der Pilz in der Nährpflanze nimmt, leicht überzeugen. Ich verweise namentlich auf die Abbildungen, welche ich auf Taf. III, Fig. 1—8 (a. a. O., 1892/93) gegeben habe. Denken wir uns nun diejenigen beiden Exoasceenspecies, deren Hyphe subepidermal verläuft (man vergleiche oben), ausserhalb der Wirtspflanze in Kultur, so würde ihr Mycel offenbar oïdienartig zerfallen und ihr Entwickelungsgang sich in keiner Weise von dem eines echten *Exoascus* unterscheiden. Für die Morphologie des Pilzes ist es also belanglos, ob die Ausbildung der Hyphe subcuticular oder subepidermal erfolgt. Daher unterliegt es keinem Zweifel, dass diese beiden Arten nunmehr als *Exoascus rhaeticus* und *Exoascus Potentillae* zu bezeichnen sind.

Bei aller Würdigung der gediegenen Arbeiten GIESENHAGEN's muss ich doch auch in dieser mehr vorläufigen Mitteilung hervorheben, dass bei Erwägungen über die Morphologie der parasitischen Exoasceen auch diejenigen Formen dieser Pilzgruppe zu berücksichtigen sind, welche nicht parasitisch leben. Von diesen ist namentlich

Endomyces durch die Untersuchungen von BREFELD[1]) und LUDWIG[2]) auf das Genaueste bekannt geworden. Ich verweise daher auf die Mitteilungen derselben über die Oïdien-, Chlamydosporen- und Askenbildungen von *Endomyces*. Wenn man die Ascusanlagen von *Endomyces* mit denjenigen von *Taphria Sadebeckii* vergleicht, so findet man, dass dieselben in beiden Fällen im wesentlichen übereinstimmend an Seitenästen oder Enden der Mycelfäden erfolgen. Man vergleiche bei BREFELD (IX. Heft, Taf. I) und a. a. O. (1893), woselbst z. B. namentlich Taf. III, Fig. 3 und 4 (*Taphria Sadebeckii*) eine unverkennbare Ähnlichkeit mit BREFELD's Figuren 22 und 23 dartun. *Endomyces* bildet allerdings kein zusammenhängendes Hymenium aus, aber die genannte Fig. 4 (Taf. III) zeigt, dass auch bei *Taphria Sadebeckii* die Bildung eines Hymeniums nur eine sekundäre Erscheinung ist, welche nicht in der Natur des Pilzes begründet, sondern auf den subcuticularen Verlauf des Mycels in der Nährpflanze zurückzuführen ist. Daselbst kann das zarte Mycel, welches nicht imstande ist, eine Zellwand der Nährpflanze zu durchbohren, seine Verzweigungen nicht nach allen Richtungen des Raumes hin entsenden, sondern ist für seine Ausbreitung nur auf zwei Richtungen des Raumes beschränkt. Die Mycelverzweigungen verlaufen daher unter der Cuticula dichter nebeneinander und bilden die Mycelform, welche man als Hymenium (stratum tenuissimum) zu bezeichnen pflegt. Aus gleichem Grunde findet auch bei *Exoascus* die Bildung eines Hymeniums statt.

Während die Oïdien des *Endomyces* in der Kultur bis jetzt zu keiner höheren Entwickelungsform geführt werden konnten, sehen wir bei *Exoascus*, dass die Oïdienentwickelung, welche erst mit der Bildung eines Hymeniums beginnt, den Ausgangspunkt für die Anlage der Asken darstellt. In der Nährpflanze allein sind also die Bedingungen enthalten, welche die Oïdien befähigen, zu einer höheren Form sich zu entwickeln. Dagegen findet man bei keiner *Exoascus*-Art die Ascusanlagen an den Enden oder Seitenästen von Mycelfäden.

Während also bei *Endomyces* Oïdien und Asken nicht selten an einem und demselben Mycelstücke auftreten (man vergl. a. a. O.), findet man bei den parasitischen Exoasceen eine weitergehende Trennung der Entwickelungsformen, indem bei der Gattung *Exoascus* die Ascusanlage auf die Oïdienbildung zurückzuführen ist, bei der Gattung *Taphria* aber eine Oïdienbildung unterbleibt, die Ascusanlagen der *Taphria*-Arten jedoch, wie bei *Endomyces*, nur an Seitenästen oder Enden von Mycelfäden erfolgen.

1) BREFELD, Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. 9. Heft.

2) LUDWIG, Über Alkoholgärung und Schleimfluss lebender Bäume und deren Urheber. Diese Berichte IV. S. 17 ff.

wig
af die
laken-
End-
t man
nd an
e be
ment-
bare
wgen
r die
ade-
läre
be-
cels
das
ähr-
ich-
ung
cel-
en-
am
de

zu
n
r



E. Askenasy

Bericht

über die

am 22. September 1903 in Kassel abgehaltene

zwanzigste General-Versammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Wie in den Vorjahren fand die diesjährige Generalversammlung in Anlehnung an die Wanderversammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, und zwar in Kassel statt. Die Einladung zur Teilnahme ist ordnungsmässig durch das Juniheft unserer Berichte (vergl. S. 301–302) an die Mitglieder ergangen.

Herr S. SCHWENDENER eröffnete die Versammlung um 10 Uhr 40 Minuten in dem der Abteilung Botanik im Realgymnasium zu Kassel zugewiesenen [illegible] unter Begrüssung der erschienenen Mitglieder und der [illegible]. Der mündliche Bericht über den Stand der Gesellschaft [illegible], dass der Bestand bezüglich der Mitgliederzahl [illegible]. Die Gesellschaft zählt rund 430 Mitglieder. [illegible] der Rechnungsabschluss, wie sich aus [illegible] Rechnungsablage (vergl. Anlage I) [illegible] Mitgliederbeiträge allein als Einnahme [illegible] dieselben 6692,00 *M.*, welchen [illegible] stehen, es ergibt sich also eine [illegible] daher Aufgabe der Geschäftsführung [illegible] und Ausgabe mehr in Einklang zu [illegible] die Tatsache, dass die Generalversammlung [illegible] Jahren nur ungenügend besucht [illegible] laufenden Geschäfte derselben, namentlich [illegible] unter abnormen [illegible] Geschäftsgang [illegible] muss. Auch [illegible] diese [illegible]

Im Auftrage [illegible] Schriftführer der [illegible] MAGNUS



Bericht

über die

am 22. September 1903 in Kassel abgehaltene

zwanzigste General-Versammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Wie in den Vorjahren fand die diesjährige Generalversammlung in Anlehnung an die Wanderversammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, und zwar in Kassel statt. Die Einladung zur Teilnahme ist ordnungsmässig durch das Juniheft unserer Berichte (vergl. S. 301—302) an die Mitglieder ergangen.

Herr S. SCHWENDENER eröffnete die Versammlung um 10 Uhr 40 Minuten in dem der Abteilung Botanik im Realgymnasium zu Kassel zugewiesenen Sitzungsraume unter Begrüssung der erschienenen Mitglieder und der anwesenden Gäste. Der mündliche Bericht über den Stand der Gesellschaft wies darauf hin, dass der Bestand bezüglich der Mitgliederzahl recht erfreulich sei. Die Gesellschaft zählt rund 430 Mitglieder. Nicht befriedigend sei dagegen der Rechnungsabschluss, wie sich aus der diesem Berichte beigegebenen Rechnungsablage (vergl. Anlage I) erkennen lasse. Sofern die Mitgliederbeiträge allein als Einnahmen in Betracht gezogen werden, betragen dieselben 6692,00 ℳ, welchen an Ausgaben 7972,56 ℳ gegenüberstehen, es ergibt sich also eine Belastung von 1279,90 ℳ. Es müsse daher Aufgabe der Geschäftsführung sein, in Zukunft Einnahme und Ausgabe mehr in Einklang zu bringen. Unbefriedigend sei ferner die Tatsache, dass die Generalversammlung seit einer Reihe von Jahren nur ungenügend besucht werde, so dass die Erledigung der laufenden Geschäfte derselben, namentlich die Vornahme der Wahlen, unter abnormen, den Geschäftsgang erschwerenden Umständen erfolgen muss. Auch in Kassel trat diese unbefriedigende Erscheinung ein.

Im Auftrage des Schatzmeisters gab hierauf der Sekretär als Schriftführer der Generalversammlung den von den Herren P. MAGNUS

und I. URBAN geprüften Kassenbericht, an welchen sich eine längere Debatte der Herren DRUDE, FITTING, SCHWENDENER, ARTHUR MEYER und MÖLLER schloss. Das Ergebnis derselben ist in folgenden beiden Resolutionen unter Zustimmung der anwesenden ordentlichen Mitglieder zum Ausdruck gebracht worden:

1. Die in Kassel versammelten Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft ersuchen den Vorstand in Berlin strenger als bisher darauf zu achten, dass durch die Aufnahme zu umfangreicher Arbeiten in die laufenden Berichte die Finanzlage der Gesellschaft nicht geschädigt werde. Es erscheint im Hinblick auf diese erwünscht, die Berichte der Kommission für die Flora von Deutschland insoweit zurückzustellen, wie es die Geldverhältnisse der Gesellschaft erfordern. Der Grund für diesen Wunsch ist einmal darin zu suchen, dass die Überschreitung der Einnahmen des Jahres 1901 durch die letztjährige noch übertroffen wird, ferner aber auch darin, dass einem früheren Beschlusse gemäss Mittel für die Herausgabe eines Jubelbandes beim Abschlusse des 25. Geschäftsjahres der Gesellschaft erspart werden sollen[1]).
2. Die in Kassel versammelten Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft bedauern die wiederholt eingetretene Beschlussunfähigkeit der Generalversammlungen und müssen darin eine Schädigung des Ansehens der einzigen ausserhalb Berlins stattfindenden Zusammenkunft der Gesellschaft erblicken. Sie glauben, dass der Präsident der Gesellschaft nicht die notwendige Unterstützung findet und rufen daher nicht nur den Gemeinsinn der Mitglieder, sondern auch die tatkräftige Mitwirkung des Ausschusses an. Es wird der Wunsch ausgesprochen, dass sich der Ausschuss alljährlich rechtzeitig mit dem Präsidenten und mit dem Einführenden der botanischen Abteilung der Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Verbindung setzen möge.

In der Generalversammlung waren anwesend die Herren:

BÜSGEN-Hann. Münden,
DRUDE-Dresden,
FITTING-Tübingen,
FUJII-Bonn,
GEISENHEYNER-Kreuznach,
KLEIN-Diekirch,
KOHL-Marburg,
KÖRNICKE-Bonn,
MEYER-Marburg,
MÖLLER-Eberswalde,
MÜLLER, CARL-Berlin,
SCHWENDENER-Berlin,
THOMS-Berlin.

1) Auf die Herausgabe eines Jubelbandes wird man mit Rücksicht auf die Finanzlage der Gesellschaft wohl verzichten müssen.

Als Gäste nahmen an der Sitzung teil die Herren:

KUNZE-Kassel,	PROBST-Kassel,
LAUBINGER-Kassel,	SCHÄFER-Kassel,
MOHSBERG-Langenau,	TRANTZSCHEL-Petersburg.

Am Schluss der Erörterungen über die in den Resolutionen zum Ausdruck gebrachten Wünsche wurde die Rechnungsablage angenommen und dem Schatzmeister Entlastung erteilt.

Die Gesellschaft hat im abgelaufenen und laufenden Geschäftsjahre eine ungewöhnlich grosse Anzahl von Mitgliedern durch den Tod verloren. Es wurden ihr entrissen die ordentlichen Mitglieder:

ASKENASY, Dr. EUGEN, Professor für Botanik an der Universität Heidelberg. Verstorben am 24. August 1903.

BENECKE, Dr. FRANZ, verstorben am 9. Januar 1903 in Langensalza.

BERLESE, Dr. A. N., Professor für Pflanzenphysiologie in Mailand. Verstorben am 26. Januar 1903.

ČELAKOVSKÝ, Dr. L. J., Professor der Botanik in Prag. Verstorben am 24. November 1902.

FREYN, J. FR., Civilingenieur und fürstlicher Baurat in Prag. Verstorben am 16. Januar 1903.

HAUSSKNECHT, C., Hofrat in Weimar. Verstorben am 7. Juli 1903.

MATZ Dr. A., Oberstabsarzt in Magdeburg. Verstorben am 7. Mai 1902.

RUSSOW, Frau EMMA, in Dorpat. Verstorben am 11. Januar 1903.

SCHMID, Dr. B., Privatdozent der Botanik in Tübingen. Verstorben am 28. April 1902.

WESTERMAIER, Dr. M., Professor der Botanik in Freiburg i. Schw. Verstorben am 1. Mai 1903.

ZIMMERMANN, Dr. O. E. R., Oberlehrer in Chemnitz. Verstorben am 12. November 1902.

Ferner die ausserordentlichen Mitglieder:

LIMPRICHT, G., Oberlehrer in Breslau. Verstorben am 20. Oktober 1902.

MÖHRING, Dr. W., Oberlehrer in Schöneberg bei Berlin. Verstorben am 31. Dezember 1902.

Von korrespondierenden Mitgliedern verstarben die Herren:

CRÉPIN, F., Direktor des botanischen Gartens in Brüssel. Verstorben am 30. April 1903.

MILLARDET, A., Professor an der Faculté des sciences in Bordeaux. Verstorben am 15. Dezember 1902.

Aus der Reihe der Ehrenmitglieder betrauert die Gesellschaft das Hinscheiden des Herrn:

WORONIN, M., Akademiker in St. Petersburg. Verstorben am 5. März 1903.

Das Andenken an die Dahingeschiedenen ehrten die Anwesenden durch Erheben von den Sitzen. Im Nachfolgenden werden die Nachrufe auf die Herren ASKENASY, BENECKE, ČELAKOVSKÝ, MATZ und WORONIN gebracht. Weitere Nachrufe hoffen wir im Jahrgange 1904 zu bringen. Auf der Versammlung in Kassel lag nur der Nachruf auf FR. BENECKE von WIELER vor, über welchen Herr CARL MÜLLER auszugsweise berichtete.

Von der Florenkommission, deren Amtszeit abgelaufen ist, lag kein Sonderbericht vor. Es konnte auch zu keiner Neuwahl geschritten werden. Die Regelung der Angelegenheit ist dem Vorstande überwiesen worden.

Da die Generalversammlung nicht beschlussfähig war, konnten die ihr satzungsgemäss zustehenden Wahlen nicht vollzogen werden. Es mussten deshalb die Wahlen durch schriftliche Stimmabgabe nach § 21, Absatz 2 der Statuten vollzogen werden. Die Wahlaufforderung erging an alle ordentlichen Mitglieder (mit Ausnahme einiger im Auslande lebenden, deren Stimmabgabe wegen der Entfernung nicht rechtzeitig erfolgen kann) im Monat Oktober. Das Ergebnis der Wahl ist vom Präsidenten auf S. 526 dieses Bandes mitgeteilt worden. Der Ausschuss bleibt bis zur nächsten Wahl in seiner Zusammensetzung [vergl. Bd. XIX, 1901, S. (2)] bestehen.

Ein von Herrn MOLISCH in Karlsbad gestellter Antrag, die Sonderabdrücke aus unseren Berichten auf Kosten der Gesellschaft mit einem besonderen, den Namen des Verfassers der Arbeit enthaltenden Umschlag zu versehen, wurde mit Rücksicht auf die Finanzlage abgelehnt.

Der Sekretär führte dann die Titel der für unsere Berichte eingegangenen Mitteilungen von FR. BUCHENAU, MARIE LESCHTSCH und N. NEDOKUTSCHAEFF an. Eine Berichterstattung über den Inhalt wurde nicht gewünscht. Die Veröffentlichung der Arbeiten erfolgte in diesem Bande auf S. 417—435.

Von den zum Vortrag angekündigten beiden Sammelreferaten (vergl. Einladung, S. 302) konnte nur der von Herrn Dr. KOERNICKE erbracht werden, welchem der Vorsitzende zum Vortrage das Wort erteilte. Herr MÖBIUS-Frankfurt a. M. hatte sein Fernbleiben entschuldigt. Die Arbeiten beider Forscher sind im vorliegenden Berichte zum Abdruck gebracht worden.

Der Schluss der Generalversammlung trat nachmittags 1 Uhr ein.

In Kürze soll hier noch über die gemeinsamen Sitzungen der Gesellschaft und der Abteilung Botanik der Naturforscherversammlung berichtet werden.

Die erste Sitzung wurde am Montag, den 21. September, nachmittags, durch den Einführenden, Herrn Dr. SCHÄFER-Kassel, mit

einer Begrüssung der Erschienenen eröffnet und sodann der Vorsitz Herrn S. SCHWENDENER-Berlin übergeben. Es trug vor Herr KOHL-Marburg: „Über die Zellkerne der Cyanophyceen". Die Mitteilung gipfelte darin, dass der als Zentralkörper der Cyanophyceenzelle in der Literatur bezeichnete Körper ein Kerngebilde sei. Näheres ergibt die vom Vortragenden vorgelegte Schrift: „Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle und die mitotische Teilung ihres Kernes" (FISCHER-Jena, 1903).

Sodann sprach Herr ARTHUR MEYER-Marburg: „Über die biologische Bedeutung der Befruchtung". Nach Beleuchtung der modernen Anschauungen, wie sie namentlich von WEISMANN und DE VRIES vertreten werden, legte der Vortragende seine eigene Meinung dar, welche dahin zusammengefasst werden kann, dass der Vorteil der geschlechtlichen Forpflanzung wesentlich in der Vererbung gesucht werden müsse.

Den dritten Vortrag hielt Herr Prof. BÜSGEN-Hann. Münden: „Über Costus registrator", eine javanische Zingiberacee mit sehr eigenartigem intermittierenden Wachstum ihrer Internodien.

Die Mitteilung ist auf S. 435—440 dieser Berichte veröffentlicht worden.

Die zweite Sitzung fand am Dienstag, den 22. September, vormittags 9 Uhr, unter dem Vorsitz des Herrn Geh. Hofrat Professor Dr. DRUDE-Dresden statt. In derselben führte Herr ALFRED MÖLLER-Eberswalde eine grosse Reihe von Lichtbildern vor, welche seine Versuche über die Bewurzelung der Kiefer in verschiedenen Bodenarten in lehrreicher Weise zur Anschauung brachten. In bezug auf die Frage der Bedeutung der Mykorrhizenbildung schliesst sich der Vortragende den Ergebnissen SARAUW's durchaus an. Ein einwandfreier Beweis für die ernährungsphysiologische Bedeutung der Mykorrhizen ist bisher noch nicht gegeben worden.

Die dritte Sitzung, Dienstag den 22. September, vormittags 10 Uhr, war zugleich die Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft, über deren Verlauf eingangs berichtet worden ist.

Die vierte Sitzung wurde am Dienstag, den 22. September, nachmittags 3 Uhr unter dem Vorsitz des Herrn Prof. Dr. ARTHUR MEYER-Marburg abgehalten. In derselben sprach der Vorsitzende über die Eigenschaften eines bisher nicht beachteten, bei Kryptogamen vorkommenden Inhaltskörpers der Pflanzenzelle, des Volutins.

Ferner sprach Herr DRUDE-Dresden: „Über die Erscheinungen der Mutation und Variation" unter Vorlegung reichen Demonstrationsmateriales aus den Kulturen des Dresdener Botanischen Gartens. Nach den Darlegungen des Vortragenden können Mutation und

Variation nur als graduelle Verschiedenheiten derselben Grunderscheinung angesehen werden.

Den Schluss der Mitteilungen bildete der Vortrag des Herrn L. GEISENHEYNER-Kreuznach: „Über Missbildungen von Blättern". Es wurden interessante Fälle zweispitziger „Doppelblätter" und die Fälle der Ascidienbildung besprochen und in reichem Herbarmaterial vorgelegt. Vergleiche hierzu die Mitteilung auf S. 440—451 dieser Berichte.

Der frühzeitige Schluss der Sitzungen ermöglichte den Teilnehmern den Besuch anderer Abteilungen und die Besichtigung der naturwissenschaftlichen Sammlungen und Einrichtungen Kassels. Von hohem Werte war namentlich den Floristen der Besuch der Parkanlagen in der Aue mit ihrer reichen Pflanzung der Insel „Sieben Berge", deren Besichtigung ein Nachmittagsausflug gewidmet wurde.

Berlin, im Dezember 1903.

S. SCHWENDENER,
z. Z. Präsident der Gesellschaft.

CARL MÜLLER,
Schriftführer.

Anlage I.

Rechnungsablage des Jahres 1902.

	Soll ℳ	Soll Pf.	Haben ℳ	Haben Pf.
I. Beiträge-Konto.				
Im Jahre 1901 vorauf gezahlte Beiträge im Vortrage . . . . 585,00 ℳ Im Jahre 1902 eingezahlte Beiträge 6895,16 „	.	.	7 480	16
Für Rechnung 1902 gezahlte Beiträge: 68 Berliner à 20 ℳ . . . . . . 1360,00 ℳ 337 Auswärtige à 15 ℳ . . . . 5055,00 „ 25 Ausserordentliche à 10 ℳ . 250,00 „ Mehrzahlungen . . . . . . 27,66 „				
430 Mitglieder zahlten	6 692	66		
Für Rechnung 1903 ff. vorauf gezahlte Beiträge im Übertrage	787	50		
	7 480	16	7 480	16
II. Interessen-Konto.				
Zinsen aus dem Depôt und dem Conto-Corrent der Darlehnskasse	583	40		
III. Gewinn-Konto.				
GEBR. BORNTRÆGER zahlen 25 pCt. des Reingewinnes an Band XIX	237	00		
IV. Berichte-Konto.				
Band XX, Jahrgang 1902: 624 + (324) + 2 = 950 Seiten Text; 28 Tafeln, davon 1 doppelt = 29, abzüglich 2 vom Autor gelieferte = 27 Tafeln; 437,9 *qcm* Holzschnitte. Die Gesellschaft entnahm 440 Exemplare (430 für Mitglieder, 9 für Ehrenmitglieder, 1 für den Schriftführer) und zahlte dafür nach Massgabe des Vertrages	6 348	35		
Ersatz für Farbentafel V	.	.	36	00
Kosten des Bandes XX	.	.	6 312	35
	6 348	35	6 348	35
V. Kosten-Konto.				
Porto f. Korrespond., Diplome, Korrekt. 155,16 ℳ Porto für Versendung der Hefte . . 650,55 „ Spesen und Provisionen . . . . . . 17,80 „ Formulare . . . . 116,60 „ Honorare usw.. . . . . 710,10 „ Institutsdiener. . . . . 10,00 „	.	.	1 660	21

	Soll		Haben	
	ℳ	Pf.	ℳ	Pf.
VI. Kapital-Konto.				
Am 1. Januar 1902 Vermögen im Vortrage: Fester Bestand . . . . . 5000,00 ℳ Flüssiges Vermögen . . . 4089,63 „	.	.	9 089	63
I. Beiträge-Konto	.	.	6 692	66
II. Interessen-Konto	.	.	533	40
III. Gewinn-Konto	.	.	237	00
IV. Berichte-Konto	6 312	35		
V. Kosten-Konto	1 660	21		
Am 31. Dezember 1902 Vermögen im Übertrage: Fester Bestand . . . . . 5000,00 ℳ Flüssiges Vermögen . . . 3580,13 „	8 580	13		
	16 552	69	16 552	69

Voranschlag für 1903.

(Durchschnitt nach den letzten drei Jahren.)

	Soll ℳ	Pf.	Haben ℳ	Pf.
Vortrag des Vermögens am 1. Januar	.	.	8 580	13
Beiträge	.	.	6 625	00
Zinsen	.	.	523	00
Gewinn-Konto	.	.	254	00
Berichte-Konto	5 894	00		
Kosten-Konto	1 655	00		
Vermögen am 31. Dezember 1903	8 433	13		
	15 982	13	15 982	13

Die laufenden Einnahmen des Jahres 1902 betrugen 7463,06 ℳ, die laufenden Ausgaben 7972,56 ℳ; mithin sind 509,80 ℳ mehr ausgegeben als eingenommen. Werden nur die Beiträge in Betracht gezogen, dann betragen die Einnahmen 6692,66 ℳ, und es sind 1279,90 ℳ mehr ausgegeben als an Beiträgen eingenommen. Bei 430 zahlenden Mitgliedern kommt auf jedes Mitglied 15,55 ℳ Beitrag und 18,54 ℳ Ausgabe.

Berlin, Mai 1903.

Otto Müller.

Nachrufe.

L. J. Čelakovský.

Von

B. NĚMEC.

Am 24. November 1902 starb in Prag nach einer langen, schweren Krankheit der berühmte Phytograph und Morphologe Professor Dr. L. J. ČELAKOVSKÝ. Sein Name gehört jedoch unserer Wissenschaft für alle Zeiten, denn er knüpft sich an eine grosse, ausdauernde und gedankenreiche Arbeit, deren Richtung zwar bei der Mehrzahl der lebenden Botaniker nicht befolgt wird, die gewissermassen für sich schon abgeschlossen ist, welche jedoch als eine Übergangsstufe von der idealistischen zu der kausalen Morphologie, sowie zu der modernen Systematik und Pflanzengeographie, für den Fortschritt der Botanik nicht zu verkennende Verdienste sich erworben hat.

ČELAKOVSKÝ wurde im Jahre 1834 in Prag geboren. Sein Vater war der in seiner Heimat hochgefeierte Dichter und Slavist F. L. ČELAKOVSKÝ, welcher dem jungen Knaben selbst den ersten Unterricht erteilte. Er wurde im Jahre 1842 als Professor der slavischen Sprachen und Literatur an die Universität Breslau berufen und nahm seinen Sohn mit, der in Breslau auch vier Klassen des Katholischen Gymnasiums absolvierte. Schon hier gewann der junge ČELAKOVSKÝ Vorliebe für die Botanik, was er besonders den interessanten Vorträgen des Gymnasiallehrers DITTRICH verdankte. Er unternahm mit seinem Vater zahlreiche floristische Ausflüge in die Umgebung von Breslau und legte ein Herbarium an. Im Jahre 1849 übersiedelte er mit seinem Vater nach Prag, wohin dieser als Professor der Slavistik an die Universität berufen wurde. ČELAKOVSKÝ's Vater starb jedoch schon im Jahre 1852 und seine Kinder wurden dadurch in eine schwere Lage versetzt. Des jungen ČELAKOVSKÝ nahm sich da der berühmte Physiologe Prof. J. PURKYNJE an, in dessen Hause wir zu dieser Zeit auch JULIUS SACHS treffen.

ČELAKOVSKÝ studierte nach Absolvieren des Gymnasiums an der philosophischen Fakultät der Prager Universität, wobei er sich am meisten mit Botanik beschäftigte. Er hatte bei PURKYNJE Gelegenheit, mit mikroskopischen Studien sich zu befassen, sonst war er ein Autodidakt. Denn der damalige Professor der Botanik an der Universität in Prag, KOSTELETZKY, vermochte es nicht, zu wissenschaftlichem Denken und Arbeiten anzuregen. ČELAKOVSKÝ begann schon da eifrig die Floristik zu betreiben, wofür ihm die Umgebung von Prag mit ihren reichen Pflanzenschätzen Gelegenheit genug gab. Nebenbei beschäftigte er sich auch mit der schönen Literatur und übersetzte mehrere Tragödien von SHAKESPEARE ins Böhmische. Im Jahre 1858 ging er als Supplent an das Obergymnasium in Komotau, wo er seinen späteren Schwiegervater, den Arzt Dr. K. KNAF, der auch als Florist einen guten Namen hatte, kennen lernte. Auch in der Umgebung von Komotau botanisierte er, besonders im Erzgebirge. Im Jahre 1859 kehrte er nach Prag zurück und wurde Erzieher in Königssaal; nachdem jedoch 1860 am Prager Landesmuseum die Stelle eines Kustos erledigt wurde, nahm er gern diese Stelle an und übersiedelte dauernd nach Prag.

Das Museum in Prag enthielt reichhaltige Pflanzensammlungen. ČELAKOVSKÝ machte es sich nun zur Aufgabe, dieselben wissenschaftlich und kritisch zu bearbeiten, legte ein besonderes Herbarium bohemicum an und entschloss sich, die Flora von Böhmen zu bearbeiten. Er unternahm zahlreiche Exkursionen und verstand es, in seinen Händen die Sammlungstätigkeit von zahlreichen Sammlern zu konzentrieren. Als Resultate der vorläufigen Arbeiten sind von ihm mehrere kürzere Aufsätze im „Lotos“ und in der „Österr. botan. Zeitschrift“ erschienen. Zu gleicher Zeit schrieb er für die von PURKYNJE redigierte Zeitschrift „Živa“ einige Aufsätze, in welchen er schon auch als Morphologe auftritt.

Im Jahre 1863 wurde er zum Doktor der Philosophie promoviert, 1866 habilitierte er sich für Botanik an der technischen Hochschule zu Prag; in demselben Jahre erhielt er die an diesem Institut neu errichtete honorierte Dozentur der Botanik. 1871 wurde er zum ausserordentlichen, 1880 zum ordentlichen Professor der Botanik an der Universität ernannt; bei ihrer Teilung im Jahre 1882 ging er an die böhmische über und erhielt endlich ein bescheidenes, karg dotiertes botanisches Institut. Ein botanischer Garten wurde nicht errichtet. ČELAKOVSKÝ war es jedoch erlaubt, das Demonstrationsmaterial aus dem botanischen Garten in Smichow, dessen Leitung dem Professor der Botanik an der deutschen Universität belassen wurde, sich zu holen. Erst im Jahre 1899 erhielt er einen eigenen neuen botanischen Garten, in dem auch ein botanisches Institut erbaut wurde. Unterdessen haben jedoch seine physischen Kräfte unter

dem Einfluss verschiedener, meist schwerer Krankheiten viel gelitten, immer schmerzlicher wurde sein Leiden, dem er auch am 24. November 1902 unterlag.

Bewunderungswürdig war der Heroismus, mit welchem er alle diese Leiden trug. Unermüdlich arbeitete er wissenschaftlich fast bis zu den letzten Stunden seines Lebens. Allerdings war seine wissenschaftliche Tätigkeit infolge einer beträchtlichen Augenschwäche (er hatte zwei Staaroperationen zu überstehen) beschränkt, er musste die floristische Tätigkeit schon seit 1893 aufgeben, und auch morphologische Beobachtungen wurden ihm immer schwieriger. Er musste sich daher meist auf theoretische Arbeiten beschränken.

ČELAKOVSKÝ's wissenschaftliche Tätigkeit bezieht sich hauptsächlich auf Floristik und Morphologie, wir verdanken ihm jedoch auch Arbeiten, die sich auf die Geschichte der Botanik oder auf die Methodologie der botanischen Morphologie beziehen.

Als Hauptergebnis seiner phytographischen und floristischen Studien ist der „Prodromus der Flora von Böhmen" (4 Teile, 1867 bis 1881) zu betrachten, ein kritisches und inhaltsreiches Werk, dessen Wert nicht nur in einer umsichtigen Zusammenstellung der floristischen Tatsachen liegt, sondern auch in der präzisen und logischen Diagnostik der Arten, sowie in ihrer wissenschaftlichen Gruppierung. Einige Arbeiten ČELAKOVSKÝ's beziehen sich auf orientalische und südeuropäische Pflanzen. Auch nach Vollendung des „Prodromus" widmete ČELAKOVSKÝ der botanischen Durchforschung von Böhmen seine volle Aufmerksamkeit und gab jährlich Nachträge zu diesem Werke aus. Er war auch in der Kommission für die Flora von Deutschland bei der Deutschen Botanischen Gesellschaft jahrelang tätig. Alle diese systematischen Arbeiten lassen in ihrem Verfasser einen Morphologen erkennen. Wo sich ihm nur Gelegenheit bietet, kommt er auf morphologische Fragen zu sprechen, wogegen ökologischen und pflanzengeographischen Fragen sehr wenig Beachtung zu teil wird. In dieser Beziehung harrt noch die Flora von Böhmen ihres künftigen Mannes. Er wird jedoch an dem von ČELAKOVSKÝ zusammengetragenen Material mit voller Zuversicht bauen können.

Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Tätigkeit von ČELAKOVSKÝ liegt jedoch in der Morphologie. ČELAKOVSKÝ beherrschte ein kolossales Tatsachenmaterial, er verstand es, mit grossem Takt aus der Fülle der Einzelheiten das Wesentliche herauszugreifen und zu einem einheitlichen Bilde zu verflechten. Vorher hat er jedoch die methodologischen Prinzipien der Morphologie klar zu legen versucht, um die wichtigsten Wege und Ziele dieser Wissenschaft festzustellen. Er begnügte sich nicht mit einer blossen Beschreibung irgendwelcher Pflanzenorgane, er versuchte es immer auch dieselben

zu deuten. Diese Deutung war lediglich phylogenetisch. Die Descendenztheorie bildete ihm die reale Basis der vergleichenden Morphologie. Obzwar sich in seinen Äusserungen hier und da Anklänge an die idealistische Betrachtungsweise der älteren Morphologen finden, trat immer doch der Gedanke einer phylogenetischen Morphologie in seinen Arbeiten in den Vordergrund. Die vergleichende Morphologie hat nach Čelakovský's Auffassung drei Aufgaben zu erfüllen: Erstens die Homologien der verschiedenartigen Organe zu erforschen. Er hält sich da streng an die sogenannten architypischen Homologien. Zweitens soll die vergleichende Morphologie den phylogenetischen Gang der Entwicklung und Differenzierung des Pflanzenkörpers feststellen. Čelakovský war überzeugt, dass dies auf Grund eines grossen Tatsachenmaterials und mit Benutzung aller in Betracht kommenden Methoden möglich ist. Drittens sollen auf Grund der Tatsachen der phylogenetischen Entwicklung des Pflanzenreichs die allgemeinen Gesetze dieser Entwicklung abgeleitet werden. Čelakovský war in dieser Beziehung der Ansicht, dass der phylogenetische Entwicklungsgang der Pflanzen nicht so rein Sache des Zufalls sein kann, wie das die Anhänger des Darwinismus usw. behaupten, er stand viel näher den Anschauungen von Nägeli.

Um nun das ihr gestellte Ziel zu erreichen, hat die Morphologie mehrere Wege zur Disposition. Čelakovský beschränkte sich nicht auf einen einzigen, er hielt es für wichtig, alle Methoden, die der Wissenschaft zu Gebote stehen, gleich objektiv zu benützen. Natürlich kommt einmal dieser, das andere mal einer anderen Methode eine grössere Bedeutung zu, das hängt ja von der Natur der zu lösenden Frage ab. Den ersten Weg giebt der vergleichenden Morphologie ein womöglich auf breiter Basis vorgenommener Vergleich der Gliederung des Pflanzenkörpers. Den zweiten stellt die Ontogenie vor, obzwar hier zu berücksichtigen ist, dass die ontogenetische Entwicklung der homologen Organe auch innerhalb eng begrenzter Verwandtschaftsgruppen während der phylogenetischen Entwicklung sich stark verändern und cänogenetische Charaktere annehmen kann Drittens dient in manchen Fragen die Teratologie als wichtiges Hilfsmittel zur Lösung morphologischer Probleme. Dabei dürfen nicht krankhafte Abnormitäten, sondern nur die Anamorphosen, welche entweder atavistische oder progressive Veränderungen einzelner Pflanzenteile vorstellen, in Betracht gezogen werden. Čelakovský war der Ansicht, dass auch teratologische Fälle gewissen Gesetzen gehorchen, dass sie nichts absolut zufälliges vorstellen, und da sie in allen Fällen mit den theoretischen, auf Grund des Vergleiches eventuell auch der Ontogenie abgeleiteten Resultaten übereinstimmen, schrieb er ihnen eine grosse Bedeutung für die Morphologie zu. Er beklagte es sehr, dass von zahlreichen anderen

Morphologen die Teratologie so unterschätzt wird. Schliesslich berücksichtigte er auch die anatomischen Verhältnisse bei der Feststellung der Homologien, obzwar er immer Gewicht darauf legte, dass anatomischen Verhältnissen an sich keine entscheidende Rolle in der vergleichenden Morphologie zukommt. Den Tatsachen der Phytopaläontologie widmete er ziemlich wenig Beachtung.

Da nun die morphologischen Deutungen zuweilen ein hypothetisches Gepräge tragen, noch mehr jedoch die Äusserungen über den phylogenetischen Gang der Differenzierung des Pflanzenkörpers und seiner Gieder, so kann es uns nicht wundern, wenn ČELAKOVSKÝ zuweilen bei tieferer Einsicht und auf Grund neuer Tatsachen seine ursprüngliche Auffassung veränderte. Er hat diese Änderung immer bekannt und begründet, was sicher hoch zu schätzen ist. Sonst war er in der Verteidigung seiner Auffassungen immer eifrig und streng logisch, konsequent, und ergriff, wenn er es für wünschenswert ansah, mehrmals die Feder, um seiner wissenschaftlichen Überzeugung Geltung zu verschaffen.

Die Reihe der morphologischen Fragen, mit welchen sich ČELAKOVSKÝ beschäftigte, ist gross. Zunächst ist hier die Frage nach dem Wesen und den Formen des Generationswechsels anzuführen, welche ČELAKOVSKÝ zu seinen bekannten Aufsätzen über den Generationswechsel Anlass gab. Über die morphologische Bedeutung der Eichen der Angiospermenpflanzen hat er mehrere Arbeiten veröffentlicht. Er war Anhänger der Foliolartheorie des Eichens. Mit diesen Arbeiten hingen innig seine Aufsätze über die Placenta zusammen, in denen er den Nachweis führt, dass diese niemals axiler Natur ist. Bekannt ist der Eifer, mit welchem ČELAKOVSKÝ die morphologische Deutung der weiblichen Coniferenblüte behandelte und der BRAUN-STENZEL'schen Auffassung Geltung zu verschaffen sich bemühte. Das Studium der Verhältnisse der Sporophylle bei den Coniferen führte ihn schliesslich zur allgemeinen Auffassung des Entwicklungsganges der Sporophylle, die ursprünglich nach seiner Meinung rein reproduktiv und radiär waren, von diesen sind die bilateralen Formen abgeleitet, wobei dem Vegetativwerden von ursprünglich reproduktiven Teilen im Laufe der phylogenetischen Entwicklung eine grosse Bedeutung zukommt.

Auch die Lehre von den Sprossgliedern wurde von ihm konsequent in der Richtung der älteren Anaphytentheorie ausgearbeitet. Eine Reihe von Arbeiten, die an der Annahme eines phytostatischen Gesetzes der zeiträumlichen Umkehrung basieren, ist der Architektonik der Achsen und besonders der Frage nach dem Aufbau gewisser Blütenstände gewidmet, andere beschäftigen sich mit der Morphologie des Blattes. Seine letzten grösseren Abhandlungen bezogen sich auf die Phylogenie und Architektonik der Blüte.

Die Resultate seines Nachdenkens über die Gliederung und die phylogenetische Entwicklung des Pflanzenkörpers wollte ČELAKOVSKÝ in einem grossen, einheitlichen Werke zusammenfassen. Es ist leider zur Vollendung dieser „phylogenetischen Morphologie“ nicht gekommen. Das Werk sollte drei Teile umfassen, von diesen sind bloss die zwei ersten, enthaltend die Entwicklung der generativen Organe der Kryptogamen und Phanerogamen, niedergeschrieben worden.

Auch einige Abhandlungen, die sich auf die Geschichte der Botanik beziehen, verfasste ČELAKOVSKÝ. Die wichtigsten beziehen sich z. B. auf die Frage nach dem Anteil, den LINNÉ an der Lehre von der Metamorphose der Pflanze hatte und auf die Frage nach den Beziehungen ZALUZANSKY's zur Erkennung der Sexualität der Pflanzen. Die Abhandlungen beruhen auf einem gründlichen Studium der Originalabhandlungen und sind mustergiltig objektiv.

Verzeichnis sämtlicher wissenschaftlichen Arbeiten Prof. Dr. L. J. ČELAKOVSKÝ's.[1])

Erklärung der Abkürzungen von Zeitschriften-Titeln.

Abh. d. kgl. b. Ges. d. Wiss. = Abhandlungen der königlich böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften.

Ber. d. d. bot. Ges. = Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft.

Ber. d. kgl. b. Ges: d. Wiss. = Sitzungsberichte der königlich. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften.

Bot. Centr. = Botanisches Centralblatt.

Bot. Zeitg. = Botanische Zeitung.

Časop. č. Mus. = Časopis českého Musea. (Zeitschrift des böhmischen Museums.) Böhmisch.

Engler's Jahrb. = Engler's botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeographie usw.

Flora = Flora, später Flora oder allgemeine botanische Zeitung.

Lotos = Lotos. Zeitschrift für Naturwissenschaften. Herausg. vom naturhistorischen Vereine in Prag. (Redig. von Dr. W. WEITENWEBER.)

Österr. bot. Zeitschr. = Österreichische botanische Zeitschrift.

Osvěta = Osvěta. Listy pro rozhled v umění, vědě a politice. Redaktor a vydavatel Václav Vlček. (Osvěta. Monatsschrift für Kunst, Wissenschaft und Politik. Redig. und herausgeg. von V. Vlček.) Böhmisch.

Pringsh. Jahrb. = PRINGSHEIM's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik.

Rozpr. č. Akad. = Rozpravy české Akademie (Abhandlungen der böhmischen Kaiser Franz Josefs-Akademie der Wissenschaften in Prag).

Živa = Živa. Časopis přírodnický (Zeitschrift für Naturwissenschaften). Redig. 1853—1874 von J. PURKYNĚ u. J. KREJČÍ, seit 1891 von F. MAREŠ u. B. RAYMAN. Böhmisch.

---

1) Dieses Verzeichnis hat Herr Dr. L. ČELAKOVSKÝ jun. zusammengestellt und in den Sitzb. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. 1902, Nr. 60, im Anschluss an seine Biographie des verstorbenen Prof. ČELAKOVSKÝ veröffentlicht.

A) Morphologische Arbeiten.

1857. Soustavy os rostlinných, zvláště podzemních. — Systeme der pflanzlichen, besonders der unterirdischen Axen. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.
1858. Réva vinná. — Über die Weinrebe. (Zeitschrift „Živa".) — Böhmisch.
1861. Ocún: Životopisně tvarozpytný nástin. — Die Herbstzeitlose: Eine biologisch morphologische Skizze. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.
1862. Tvarozpytné rozhledy po oboru botanickém. — Morphologische Rundschau über das botanische Gebiet. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.
1863. Über Thesien. Morphologie und Systematik. (Lotos.)
1864. Pflanzenmorphologische Mitteilungen. (Lotos.)
1865. Zur Morphologie der Rhizome der Carices. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1867. Eine interessante Blütenabnormität der *Campanula patula.* (Lotos.)
1872. Noch ein Versuch zur Deutung der Euphorbien-Blüten. (Flora.)
1874. Über die Cupula und den Cupularfruchtknoten. (Österr. bot. Zeitschrift.)
1874. Über die morphologische Bedeutung der Samenknospen. Mit 1 Tafel. (Flora.)
1874. Über die Inflorescenzen der Borragineen. (Ber. d. kgl. b. Ges. d, Wiss.)
1874. Über die verschiedenen Formen und die Bedeutung des Generationswechsels der Pflanzen. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1874. Über den Zusammenhang der verschiedenen Methoden morphologischer Forschung. Festrede, gehalten im Museum des Königreichs Böhmen am 15. Mai 1874. (Lotos.)
1875. O souhlasnosti method tvarozpytného zkoumání. Slavostní přednáška pronešená v Museu 15. května 1874. (Časopis č. Musea.) Böhmisch. Identisch mit dem Vorhergehenden.
1875. Über Placenten und Hemmungsbildungen der Carpelle. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1875. Über terminale Ausgliederungen. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1875. Über den eingeschalteten epipetalen Staubgefässkreis. (Flora.)
1875. Vergrünungsgeschichte der Eichen von *Alliaria officinalis* Andrz. Mit 1 Doppeltafel. (Bot. Zeitg.)
1875. Zur Diskussion über das Eichen. (Bot. Zeitg.)
1876. Vergleichende Darstellung der Placenten in den Fruchtknoten der Phanerogamen. Mit 1 Tafel. (Abh. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss.)
1877. Über den dreifachen Generationswechsel der Pflanzen. (Zweite Abhandlung. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1877. Über den morphologischen Aufbau von *Vincetoxicum* und *Asclepias.* Mit 1 Tafel. (Flora.)
1877. Vergrünungsgeschichte der Eichen von *Trifolium repens L.* Mit 1 Tafel. (Bot. Zeitg.)
1877. Teratologische Beiträge zur morphologischen Deutung der Staubgefässe. Mit 3 Tafeln. (Pringsh. Jahrb.)
1878. Blütendiagramme Eichler's. Eine Rezension. (Flora.)
1878. Chloranthien von *Reseda lutea.* Mit 1 Tafel. (Bot. Zeitg.)
1878. Über die morphologische Bedeutung der sog. Sporensprösschen der Characeen. (Flora.)
1879. Über vergrünte Eichen der *Hesperis matronalis.* Mit 1 Tafel. (Flora.)
1879. Zur Gymnospermie der Coniferen. (Flora.)
1879. Über vergrünte Blüten von *Hesperis matronalis.* (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1880. Einige Bemerkungen zu der Erwiderung Dr. Goebel's in Bot. Zeitg. usw. (Flora.)
1880. Über die Blütenwickel der Borragineen. (Flora.)

1880. Untersuchungen über die Homologien der generativen Produkte der Fruchtblätter bei den Phanerogamen und Gefässkryptogamen. Mit 3 Tafeln. (Pringsh. Jahrb.)

1880. O květenství rostlin brutnákovitých. Morfologické pojednání. S 1 tabulí. (Archiv klubu přírodovědeckého.) — Über den Blütenstand der Borragineen. Mit 1 Tafel. (Im „Archiv des Naturwissenschaftlichen Klubs" in Prag.) Böhmisch mit deutschem Résumé.

1881. Neue Beiträge zum Verständnis der Borragineenwickel. Mit 1 Tafel. (Flora.)

1881. Kterak se připojuje kalich brutnákovitých k listenci svému. — Über den Anschluss des Kelches der Borragineen an sein Vorblatt (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.) Böhmisch.

1881. Morphologische Beobachtungen. Mit 1 Tafel. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)

1882. Vergrünungsgeschichte der Eichen von *Aquilegia* als neuer Beleg zur Foliartheorie. Mit 1 Tafel. (Bot. Cent.)

1882. Über Herrn A. W. Eichler's Entgegnung auf meine Kritik seiner Ansicht von der Fruchtschuppe der Abietineen. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)

1882. Zur Kritik der Ansichten von der Fruchtschuppe der Abietineen. Mit 1 Tafel. (Abh. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)

1883. Nové doklady sympodiálního složení kmene révovitých rostlin. S 1 tabulí. — Neue Belege für die sympodiale Zusammensetzung des Stammes der Ampelideen. Mit 1 Tafel. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)

1884. Neue Beiträge zur Foliolartheorie des Ovulums. Mit 2 Tafeln. (Abh. d. kgl. Ges. d. Wiss.)

1884. O variacích vzrůstu a rozvětvení rulíka (*Atropa Belladonna*). S 1 tabulí. — Über die Wachsthums- und Verzweigungs-Variationen der *Atropa Belladonna*. Mit 1 Tafel. (Bericht d. kgl. b. Ges. d. Wiss.) Böhmisch mit deutschem Résumé.

1884. Über ideale oder kongenitale Vorgänge der Phytomorphologie. (Flora.)

1884. Julius Wiesner, Elemente der wissenschaftlichen Botanik. Eine Kritik. (Zeitschrift „Athenaeum", redig. von T. G. Masaryk.) Böhmisch.

1885. Über die Infloreszenz von *Typha*. (Flora.)

1886. O morfologickém významu kupuly (číšky) u pravých Kupulifer. S. 1 tabulkou. — Über die morphologische Bedeutung der Cupula bei den echten Cupuliferen. Mit 1 Tafel. (Bericht d. kgl. b. Ges. d. Wiss.) Böhmisch mit deutschem Résumé.

1887. Über die ährchenartigen Partialinflorescenzen der Rhynchosporeen. (Ber. d. d. bot. Ges.)

1889. Über die Cupula von *Fagus* und *Castanea*. Mit 1 Tafel. (Pringsh. Jahrb.)

1889. Über den Ährchenbau der brasilianischen Grasgattung *Streptochaeta* Schrader. Mit 1 Tafel. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)

1889. Über die Blütenstände der Cariceen. Mit 1 Tafel. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)

1889. O fylogenetickém vývoji rostlin jehnědokvětých. S 1 tabulkou. — Über den fylogenetischen Entwicklungsgang der Amentaceen. Mit 1 Tafel. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.) Böhmisch.

1890. Die Gymnospermen. Eine morphologisch-phylogenetische Studie. 148 Seiten. (Abh. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)

1890. L. Čelakovský: Die Gymnospermen. Referierender Auszug. (Engler's Jahrb.)

1891. Über die Verwandtschaft von *Typha* und *Sparganium*. Mit 1 Holzschnitt. (Österr. bot. Zeitschr.)

1892. O listech šitých a exkrescenčních. Teratologické příspěvky k morfologii listů. Tab. 2. (Rozpr. č. Akad.). — Über gesäumte und excrescenztragende Blätter. Ein teratologischer Beitrag zur Morphologie des Blattes. Mit 2 Tafeln und deutschem Résumé. (Abh. d. böhm. Akad. d. Wiss.)

1892. O abnormálních metamorfosách květů tulipánových. Příspěvek k morfologii srovnávací. Tab. 2. (Rozpr. č. Akad.) — Über abnormale Metamorphosen der Gartentulpen. Ein Beitrag zur vergleichenden Morphologie. Mit 2 Tafeln und deutschem Résumé. (Abh. d. böhm. Akad. d. Wiss.)

1892. Nauka o květenstvích na základě deduktivním (srovnávacím a fylogenetickém). Tab. 4. (Rozpr. č. Akad.) — Theorie der Blütenstände auf deduktiver (vergleichend fylogenetischer) Grundlage. Mit 4 Tafeln und deutschem Résumé. (Abh. d. böhm. Akad. d. Wiss.)

1892. Gedanken über eine zeitgemässe Reform der Theorie der Blütenstände. (ENGLER's Jahrb.)

1893. Über den Blütenstand von *Morina* und den Hüllkelch der Dipsaceen. Mit 1 Tafel. (ENGLER's Jahrb.)

1893. Morphologische und biologische Mitteilungen. Mit 1 Tafel. 1. Narbenlappen von *Iris*. 2. Blütenstände der *Quercus ilicifolia* Wangenh. und Eichelcupula. 3. Nabel der Fruchtschuppenapophyse von *Pinus*. 4. Fruchtknoten von *Pachysandra procumbens* Mich. 5. Zweilippige Strahlblüten bei *Anthemis austriaca* Jacq. (Österr. bot. Zeitschr.)

1893. O kladodiích Asparageí (rodů *Danae*, *Semele*, *Ruscus* a *Asparagus*). Srovnávací morfol. studie. Tab. 4. (Rozpr. č. Akad.) — Über die Cladodien der Asparageen (der Gattungen *Danae*, *Semele*, *Ruscus* und *Asparagus*). Eine vergleichende morphologische Studie. Mit 4 Tafeln und deutschem Résumé. (Abh. d. böhm. Akad. d. Wiss.)

1893. O některých zrůdnostech na habru a smrku se objevujících. Tab. 2. (Rozpr. č. Akad.) — Über einige Abnormitäten der Hainbuche und der Fichte. Mit 2 Tafeln und deutschem Résumé. (Abh. d. böhm. Akad. d. Wiss.)

1894. Über Doppelblätter bei *Lonicera Periclymenum* und deren Bedeutung. Mit 3 Tafeln. (PRINGSH. Jahrb.)

1894. Das Reduktionsgesetz der Blüten, das Dédoublement und die Obdiplostemonie. Mit 5 Tafeln. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)

1896. Über die ramosen Sparganien Böhmens. Mit 1 Tafel. (Österr. bot. Zeitschr.) Darin Doppelzweige und Doppelblätter.

1896. Über den phylogenetischen Entwickelungsgang der Blüte und über den Ursprung der Blumenkrone. I. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)

1896. Nejnovější badání a názory o embryu trav. S 9 obrazci v textu. (Věstník č. Akademie.) — Über die neuesten Forschungen und Ansichten über den Grasembryo. Mit 9 Textabbildungen. (Anzeiger d. böhm. Akad. d. Wiss.) Böhmisch. Vgl. 1897 Bot. Zeit., Über die Homologien des Grasembryos.

1897. Über einige dem phytostatischen Gesetze unterliegende Fälle von Verzweigung. 1 Tafel. (PRINGSH. Jahrb.)

1897. Über die Homologien des Grasembryos. Mit 1 Tafel. (Bot. Zeitg.)

1897. Nachtrag zu meiner Schrift über die Gymnospermen. (ENGLER's Jahrb.)

1897. Eine merkwürdige Kulturform von *Philadelphus*. Mit 2 Holzschnitten. (Ber. d. d. bot. Ges.)

1897. Über VAN TIEGHEM's Auffassung des Graskotyledons. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)

1898. Über petaloid umgebildete Staubgefässe von *Philadelphus coronarius* und von *Deutzia crenata*. (Österr. bot. Zeitschr.)

1898. Über achtzählige Cyklen pentamer veranlagter Blüten. 1 Tafel. (PRINGSH. Jahrb.)

1898. Přípěvky k fyllotaxii květů. Se 2-ma tab. (Rozpr. č. Akad.) — Beiträge zur Phyllotaxie der Blüten. Mit 2 Tafeln. (Abh. d. böhm. Akad. d. Wiss.) Deutsches Résumé im Bulletin international de l'Académie des sciences de Bohême.

1898. O významu a původu věnce (paracorolla) Narcisovitých. Tab. 4. (Rozpr. č. Akad.) — Über die Bedeutung und den Ursprung der Paracorolle der Narcissen. Mit 4 Tafeln. (Abh. d. böhm. Akad. d. Wiss.) Deutsches Résumé im Bulletin international de l'Académie des sciences de Bohême.
1899. Epilog zu meiner Schrift über die Placenten der Angiospermen nebst einer Theorie des antithetischen Generationswechsels der Pflanzen. Mit 1 Tafel. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1900. Über den phylogenetischen Entwickelungsgang der Blüte und über den Ursprung der Blumenkrone. II. (Ber. d. kgl. b. Ges. Wiss.)
1900. Die Vermehrung der Sporangien von *Ginkgo biloba* L. Mit Textfiguren. (Österr. bot. Zeitschr.)
1900. Neue Beiträge zum Verständnis der Fruchtschuppe der Koniferen. 2 Tafeln. (Pringsh. Jahrb.)
1900. Über die Emporhebung von Achselsprossen. Mit 1 Holzschnitt. (Ber. d. d. bot. Ges.)
1901. Die Gliederung der Kaulome. Mit 1 Tafel. (Bot. Zeitg.)
1902. Die Berindung des Stengels durch die Blattbasen. (Mit 2 Textfig. Flora.)
1902. Über die inversen Placentarbündel der Cruciferen. Mit Holzschnitt. (Österr. bot. Zeitschr.)

B. Floristische, überhaupt systematische Arbeiten.

1. Grössere Werke.

1867—1881. Prodromus der Flora von Böhmen. 4 Teile, 955 Seiten. (Archiv für die naturwissenschaftliche Landesdurchforschung Böhmens.) Dasselbe Werk böhmisch:
1868—1883. Prodromus Květeny české. 4 díly, Str. 944.
1870. Květena okolí Pražského. — Flora der Prager Umgebung. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.
1881—1892. Resultate der botanischen Durchforschung Böhmens. Zehn Jahrgänge und ein Doppeljahrgang (1891/92). (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1879. Analytická Květena česká. — Analytische Flora von Böhmen. Prag, Tempsky. 400 Seiten. Böhmisch.
1887. Analytická Květena Čech, Moravy a Slezska. Druhé rozmnožené vyd. anal. Kv. české. — Analytische Flora von Böhmen, Mähren und Schlesien. Zweite vermehrte Auflage der Analytischen Flora von Böhmen. 430 Seiten. Böhmisch.

2. Kleinere Aufsätze.

1861. Pryskyřníkovité v okolí Pražském. — Die Ranunculaceen der Prager Umgebung. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.
1861. Über *Luzula pallescens* Bess. und nächstverwandte Arten. (Österr. bot. Zeitschr.)
1862. Über die böhmischen Amarantaceen. (Lotos.)
1862. Die Equiseten Böhmens. (Lotos.)
1862. Flora der Umgegend von Osseg nach den Aufzeichnungen von P. Dom. Thiel. (Lotos.)
1863. Über Thesien. (Morphologie und Systematik.) (Lotos.)
1863. Über *Carex pediformis* C. A. Mey. und *C. Mairii* Coss. et Germ. (Österr. bot. Zeitschr.)
1864. Über die böhmischen Orobanchen. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1864. Zárazy, rostlinné cizopasnice. — Über Orobanchen, die pflanzlichen Schmarotzer. (Zeitschr. „Živa".) Böhmisch.
1864. Über die böhmischen Geranien. (Lotos.)

1864. Zwei Nachträge zu dem Artikel „Die Equiseten Böhmens“ 1862. (Lotos.)
1865. Über *Veronica agrestis* und verwandte Arten. (Lotos.)
1865. Ist *Pulsatilla Hackelii* Pohl ein Bastard? (Lotos.)
1866. Über die Pflanzenformationen und Vegetationsformen Böhmens. (Lotos.)
1866. O útvarech českého rostlinstva. — Über die böhmischen Pflanzenformationen. (Zeitschr. „Živa“.) Böhmisch. Fast identisch mit dem Vorigen.
1866. Beitrag zur Kenntnis der Typhaceen. (Lotos.)
1868. Die Orobanchen Böhmens. (Lotos).
1868. Einige neue Beiträge zur Flora Böhmens. (Lotos.)
1869. Über *Corydalis pumila* und *Gagea pusilla* der Prager Gegend. (Lotos.)
1869. Neue Mitteilungen über einige Pflanzen der böhmischen Flora. (Lotos.)
1869—1870. Neue Beobachtungen und Kritik einiger Pflanzen der böhmischen Flora. 8 Nummern. (Österr. bot. Zeitschr.)
1870. Über eine verkannte *Veronica*-Form. (Lotos.)
1870. Über zwei höchst interessante botanische Funde in Böhmen. (Lotos.)
1870. Über *Orchis montana*. (Lotos.)
1870. Botanische Berichtigungen (*Serapias athensis*, *Lathyrus frigidus*, *Potentilla multijuga*, *Thalictrum medium*). (Lotos.)
1870. Über *Rhinanthus angustifolius* Gmelin. (Österr. bot. Zeitschr.)
1870. Sind *Osmunda* und *Scolopendrium* in Böhmen einheimisch? (Österr. bot. Zeitschr.)
1870. Nachschrift zu *Hieracium albinum* Knaf. (Verhandlungen des Botanischen Vereins der Prov. Brandenburg.)
1871—1876. Phytographische Beiträge. 10 Nummern. (Österr. bot. Zeitschr.)
1871. Über die *Campanula Welandii* Heuffel. (Österr. bot. Zeitschr.)
1872. Zur Flora von Böhmen. Besprechung von vier Arten. (Österr. bot. Zeitschr.)
1873. Bemerkungen über Cruciferen. (Flora.)
1873. Über *Caucalis orientalis* L. (Bot. Zeitg.)
1873. Über neu entdeckte Pflanzenarten Böhmens. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1873. Über zwei neue böhmische Epilobienbastarde und dreierlei Früchte der *Trapa natans*. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1874. Über den Aufbau der Gattung *Trifolium*. (Österr. bot. Zeitschr.)
1876. Bemerkungen über einige Paronychien. (Österr. bot. Zeitschr.)
1876. Über *Cerastium pedunculatum* Gaud. (Österr. bot. Zeitschr.)
1876. *Silene candicans* n. sp. (Österr. bot. Zeitschr.)
1877. Beschreibung zweier neuen asiatischen Pflanzenformen. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1877. Botanische Notizen, meist die böhmische Flora betreffend. (Österr. bot. Zeitschr.)
1877. Noch einmal *Melilotus macrorrhizus*. (Österr. bot. Zeitschr.)
1878. Über neue Pflanzenbastarde der böhmischen Flora. (Ber. d. kgl. Ges. d. Wiss.)
1879. Botanische Miscellen: 1. Über *Festuca amethystina* und verwandte Arten. 2. *Orobanche bohemica*, *Melampyrum subalpinum*, *Hypericum umbellatum*. (Österr. bot. Zeitschr.)
1881. Über einige Resultate der botanischen Durchforschung Böhmens. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1881. Über einige *Bupleurum*-Arten. (Österr. bot. Zeitschr.)
1882. O některých kritických formách rostlinných. S 1 tabulkou. — Über einige kritische Pflanzenformen. Mit 1 Tafel. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.) Böhmisch.
1882. Diagnosen einiger neuen *Thymus*-Arten. (Flora.)
1883. Über einige Arten resp. Rassen der Gattung *Thymus*. (Flora.)
1883. Über *Hieracium corconticum* K. Knaf. fil., eine Species rediviva. (Österr. bot. Zeitschr.)

1883. Über *Ranunculus granatensis* Boiss. (Österr. bot. Zeitschr.)
1883. Über *Melica picta* C. Koch. (Österr. bot. Zeitschr.)
1883. Über einige Stipen. (Österr. bot. Zeitschr.)
1883. Über einige Arten der Gattung *Teucrium*. (Bot. Centr.)
1884. Neue Thymi aus Sintenis Iter trojanum. (Flora.)
1884. Über *Cleome ornithopodioides* L. Boiss. und verwandte Arten. (Österr. bot. Zeitschr.)
1884. Über *Polygala supina* Schreb. und *P. andrachnoides* Willd. (Österr. bot. Zeitschr.)
1884. Nachträgliches über *Stipa Tirsa* Steven. (Österr. bot. Zeitschr.)
1885. Über einige verkannte orientalische *Carthamus*-Arten. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1885. *Dianthus dalmaticus* n. spec. (Österr. bot. Zeitschr.)
1885. *Alisma arcuatum* Michalet, neu für Böhmen und Österreich-Ungarn überhaupt. (Österr. bot. Zeitschr.)
1885—1889. Referate über die botanische Erforschung Böhmens. 5 Nummern. (Ber. d. d. bot. Ges.)
1886. Berichtigung einiger die böhmische Flora betreffenden Angaben in Dr. E. Roth's „Additamenta". (Österr. bot. Zeitschr.)
1886. *Utricularia brevicornis* n. sp. (Österr. bot. Zeitschr.)
1887. Nochmals *Utricularia brevicornis*. (Österr. bot. Zeitschr.)
1887. *Narthecium Reverchoni* n. sp. (Österr. bot. Zeitschr.)
1887. Beitrag zur Kenntnis der Flora der Athos-Halbinsel. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1887—1888. Über einige neue orientalische Pflanzenarten der Gattungen *Thymus*, *Cerastium*, *Lathyrus*. (Österr. bot. Zeitschr.)
1888. Über einen Bastard von *Anthemis Cotula* und *Matricaria inodora*. (Ber. d. d. bot. Ges.)
1889. *Thymus quinquecostatus* n. sp. (Österr. bot. Zeitschr.)
1889. *Althaea armeniaca* Ten. in Ungarn (Österr. bot. Zeitschr.)
1889. *Viola ambigua* in Böhmen und Mähren. (Österr. bot. Zeitschr.)
1889. Über *Potentilla Lindackeri* Tausch. und *P. radiata* Lehm. (Österr. bot. Zeitschr.)
1890. Über *Petasites Kablikianus* Tausch. (Österr. bot. Zeischr.)
1890. Über eine neue mitteleuropäische *Daphne*. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1890—1893. Bericht über die floristische Durchforschung von Österreich-Ungarn: Böhmen. (4 Berichte in Österr. bot. Zeitschr.)
1891. Popis nového druhu „sněženky" *Galanthus gracilis* n. sp. S 1 tabulkou. — Beschreibung einer neuen Schneeglöckchenart *Galanthus gracilis* n. sp. Mit 1 Tafel. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.) Böhmisch mit deutschem Résumé.
1892. Über das Verhältnis des *Rumex acetoselloides* Balansa zum *R. angiocarpus* Murbeck. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1893. Referat über *Rumex angiocarpus* Murbeck. (Österr. bot. Zeitschr.)
1896. Über die ramosen Sparganien Böhmens. Mit 1 Tafel. (Österr. bot. Zeitschr.)

C. Werke teils allgemeinen Inhalts, u. a. auch die Geschichte der Botanik, Deszendenz, Biologie, Nomenklatur betreffend, teils Aufsätze popularisierender Tendenz.

1856. Karel z Linné. Životopisný nástin. — Karl von Linné. Eine biographische Skizze. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.
1857. Stromy jehnědokvěté. — Über die Amentaceen. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.
1857. O rostlinách luštinatých. — Über die Leguminosen. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.

1858. Růže a její příbuzné. — Die Rose und ihre Verwandten. (Zeitschrift „Živa"). Böhmisch.
1860. Kterak se vyvinují částky květní. — Über die Entwicklung der Blütenteile. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.
1863. O pohybech rostlinných. Dvě pojednání z fysiologie rostlin. — Über die pflanzlichen Bewegungen. Zwei Abhandlungen aus der pflanzlichen Physiologie. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.
1865. O původu květeny české. (Časopis č. Musea.) — Uber den Ursprung der böhmischen Flora. (Museumszeitschrift.) Böhmisch.
1866. Pleiomorfismus plodních ústrojův u hub. — Über den Pleiomorphismus der Fruktifikationsorgane bei den Pilzen. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.
1866. O pohlavním rozplozování nejnižších rostlin. — Über die sexuelle Fortpflanzung der niedrigsten Pflanzen.
1866. Josef Knaf. Nekrolog. (Lotos.)
1867. Das Prioritätsrecht und der botanische Artname. (Lotos.)
1867. O dýchání rostlin. („Květy" red. Hálkem a Nerudou.) — Über die Atmung der Pflanzen. (In der böhmischen belletr. Monatsschrift „Květy", redigiert von Halek und Neruda.)
1868. Über die allgemeine Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreichs. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1869. Vyvinování se rostlinstva s ohledem na Darwinovu theorii. (Živa.) — Die Entwicklung des Pflanzenreichs mit Rücksicht auf die Darwin'sche Theorie. (Zeitschrift „Živa".) Böhmisch.
1871. Nachricht über eine handschriftliche Flora Böhmens von J. Pfund. (Lotos.)
1873. Über den Begriff der Art in der Naturgeschichte, insbesondere in der Botanik. (Österr. bot. Zeitschr.)
1874. Über die verschiedenen Formen und die Bedeutung des Generationswechsels der Pflanzen. (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1874. Über den Zusammenhang der verschiedenen Methoden morphologischer Forschung. Festrede gehalten im Museum des Königr. Böhmen am 15. Mai 1874. (Lotos.) Dasselbe böhmisch in der Museumszeitschrift.
1875. O souhlasnosti method tvarozpytného zkoumání. Slavnostní přednáška, pronešená v Museu 15. května 1874. (Časop. č. Musea.)
1875. Zwei Fragen der botanischen Nomenklatur. (Flora.)
1876. Opic a Jordan. Příspěvek k otázce rostlinného druhu. (Časop. č. Musea.) — Opic und Jordan. Ein Beitrag zur Frage nach der Pflanzenart. (Museumszeitschrift.) Böhmisch.
1876. Adam Zaluzansky ze Zaluzan ve svém poměru k nauce o pohlaví rostlin. — Adam Zaluzansky von Zaluzan in seiner Beziehung zur Lehre von der Sexualität der Pflanzen. (Monatsschr. „Osvěta", redigiert von V. Vlček.) Böhmisch.
1876. Lišejníky co dvojité bytosti rostlinné. — Die Flechten als doppelte Pflanzenwesen. (Populäre Zeitschr. „Vesmír".) Böhmisch.
1877. Úvahy přírodovědecké o Darwinově theorii. — Naturwissenschaftliche Diskurse über die Darwin'sche Theorie. (Monatsschr. „Osvěta", redigiert von V. Vlček). Böhmisch.
1877. Über den dreifachen Generationswechsel der Pflanzen. (Zweite Abhandlung). (Ber. d. kgl. bot. Ges. d. Wiss.)
1877. Kritische Bemerkungen zu Wigand's „Darwinismus", betreffend die Unterschiede der Darwin'schen Descendenzlehre und der „Genealogie der Urzellen". (Ber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1878. Zur neueren Geschichte der Botanik. (Jahresbericht der kgl. b. Ges. d. Wiss.) Dasselbe Thema böhmisch in der Museumszeitschrift.

1878. O dvojím směru v novějším vývoji botaniky. (Časopis česk. Musea.)
1878. Nynější stav otázky prvoplození. — Über den jetzigen Stand der Frage nach der Urzeugung. (Monatsschrift „Osvěta", redig. von V. Vlček.) Böhmisch.
1878. O parožnatkách (Characeách). — Über die Characeen. (Populäre Zeitschrift „Vesmír")
1881. O chlorofyllu. (Sbírka přednášek a rozprav red. Gollem a Hostinským.) — Über das Chorophyll. (Sammlung der Vorträge und Aufsätze, redig. von Goll und Hostinsky.)
1883. O starém herbáři Jana Beckovského. — Über das alte Herbar des Jan Beckovsky. (Ber. d kgl. Ges. d. Wiss.) Böhmisch.
1884. Metamorfosa rostlin a její dějiny. — Metamorphose der Pflanzen und ihre Historie. (Zeitschrift „Osvěta", redigiert von V. Vlček.) Böhmisch.
1884. Linné's Anteil an der Lehre von der Metamorphose der Pflanzen. (Engler's Jahrb.)
1885. Linnéova zásluha o náuku pohlavnosti rostlin. — Linne's Verdienst um die Lehre von der Sexualität der Pflanzen. (Zeitschrift „Osvěta", redigiert von V. Vlček.) Böhmisch.
1892. O vědeckém významu Jana Svatopluka Presla. Slavnostní přednáška, pronešená ve výročním valném shromáždění České Akademie 2. prosince 1891. — Über die wissenschaftliche Bedeutung von Joh. Svatopluk Presl. Festrede, gehalten in der Jahresversammlung der Böhmischen Akademie am 2. Dezember 1891. (Almanach der Böhmischen Akademie.) Böhmisch.
1893. O zákonech fylogenet. vývoje rostlinstva. — Über die Gesetze der phylogenetischen Entwicklung des Pflanzenreichs. (Zeitschr. „Živa".) Böhmisch.
1894. Rozpravy o Darwinově theorii a o vývoji rostlinstva. Nákladem Dra F. Bačkovského.

Obsah:

1. Úvahy přírodovědecké o Darwinově theorii. (Z „Osvěty" 1877.)
2. Vyvinování se rostlinstva s ohledem na Darwinovu theorii. (Ze „Živy" 1869)
3. O zákonech fylogenetického vývoje rostlinstva. (V „Živě" 1893 ve výtahu, zde obšírněji.)

Diskurse über die Darwin'sche Theorie und über die Entwicklung des Pflanzenreichs. Prag. Im Verlage von Dr. F. Backovsky. (Enthält drei früher genannte Aufsätze, welche teils in der Zeitschrift „Živa" 1869 und 1893, teils in „Osvěta" 1877 erschienen.)

1899. Das Prioritätsgesetz in der botanischen Nomenklatur. (Bot. Centr.)
1900 Karl Polák. Nekrolog. (Ber. d. d. bot. Ges. Generalversammlungsheft II.) Dasselbe böhmisch.

Eine Reihe von botanischen, meist morphologischen Originalartikeln erschien in Rieger's Slovník Naučný (Konversationslexikon) 1859 bis 1874 und in neuerer Zeit besonders in Otto's Slovník Naučný (Otto's Konversationslexikon). Wegen Vollständigkeit seien erwähnt: der Text zum „Přírodopisný atlas rostlinstva" (Atlas des Pflanzenreiches), Prag, Verlag von Kober, 1871 (zweite, zum Teil erneuerte Ausgabe 1873), freie Übersetzung aus Friedr. W. Lorinser: Sbírka nejdůležitějších jedlých, podezřelých a jedovatých hub, s 12 barevnými tabulemi, 1877 (Die wichtigsten essbaren, verdächtigen und giftigen Schwämme, mit 12 Tafeln in Farbendruck) und Bearbeitung der „Illustrierten Naturgeschichte des Pflanzenreichs" von Alois Pokorny für die unteren Klassen der Mittelschulen (Pokorny-Čelakovský: Názorný přírodopis rostlinstva pro nižší oddělení středních škol), welch' letzteres Schulbuch in 6 Auflagen erschien (die 6. Auflage im Jahre 1893).

Posthum ist erschienen:

1903. Zur Lehre von den kongenitalen Verwachsungen. (Sitzungsber. d. kgl. b. Ges. d. Wiss.)
1903. Odiolistech monofaciálních. (Rozpr. Akad.) — Über monofaciale Blätter. Böhm.
1903. Opůvodu pohlavnosti u rostlin (Ibidem.) — Über den Ursprung der Sexualität bei den Pflanzen. Böhmisch.
1903. Über die Homologieen der weiblichen Koniferenblüten. (Ibidem.) Mit 4 Tafeln. Böhmisch.

Franz Benecke.

Von

A. WIELER.

Dr. FRANZ BENECKE wurde 1857 zu Berlin geboren, wo sein Vater Schlossermeister war. Im Elternhause scheint er wenig Verständniss für seine geistigen Interessen gefunden zu haben; immerhin ist ihm mindestens der Schulbesuch ermöglicht worden, bis er die Berechtigung zum einjährigen Dienst erlangt hatte. Seine wissenschaftlichen Studien hat er wohl an der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin begonnen, in Halle fortgesetzt und in Heidelberg zum Abschluss gebracht, wo er am Ende des Wintersemesters 1879/80 zum Dr. phil. promoviert wurde. Seine botanischen Studien trieb er vorwiegend in Heidelberg unter Anleitung von Prof. PFITZER. Mit Beginn des Wintersemesters 1880/81 wurde er Assistent am Botanischen Institut daselbst und blieb es zwei Jahre lang, um sich alsdann nach Basel zu begeben, wo ihn Prof. VÖCHTING in die physiologische Forschung einführte. Der Aufenthalt hier kann kaum länger als ein Jahr gedauert haben und wurde wahrscheinlich aufgegeben, weil BENECKE die Mittel ausgingen. Im Wintersemester 1883/84 finden wir ihn in Zürich als Assistent am agrikulturchemischen Laboratorium unter Leitung von Prof. E. SCHULZE. Anfang 1895 habilitierte er sich am Polytechnikum für landwirtschaftliche Botanik. Mit Schluss des Jahres 1886 nahm diese Laufbahn ein Ende, da er sich gezwungen sah, pekuniärer Schwierigkeiten wegen Zürich zu verlassen. Er begab sich zunächst nach München, nach mehrmonatlichem Aufenthalt daselbst nach Dresden. Hier wurde ihm Dank der Verwendung der sächsischen Botaniker Anfang 1888 die neugegründete Stelle als Botaniker an der Königl. sächs. Landwirtschaftlichen Versuchsstation Möckern bei Leipzig übertragen. Da er sich hier nicht wohl fühlte, gab er am Ende des Winters 1888/89

die Stelle wieder auf, als sich ihm die Gelegenheit bot, als Assistent an die Versuchsstation für Zuckerrohr „Midden-Java“ in Semarang auf Java zu kommen. Als etwa nach einem Jahre der damalige Direktor Dr. SOLTWEDEL, starb, wurde er zu seinem Nachfolger ernannt. Im Jahre 1892 machte er mit Rücksicht auf seinen Gesundheitszustand eine sechsmonatliche Erholungsreise nach Europa. In demselben Jahre wurde die Versuchstation nach Klaten verlegt. Aber das Interesse für dieselbe schlief mehr und mehr ein, und so wurde sie im Laufe des Jahres 1893 aufgehoben, indem man den Kontrakt mit dem Direktor gegen eine namhafte Entschädigung löste. BENECKE kehrte nach Deutschland zurück, freilich nur für kurze Zeit, um dann einem Ruf als Chef der phytopathologischen Abteilung des staatlichen Instituto agronomico in Campinas S. Paulo, Brasilien zu folgen. Der Aufenthalt in Brasilien kann nicht lange gedauert haben, denn Anfang 1895 finden wir ihn wieder in Berlin. Ob er wegen Verschlechterung seines Gesundheitszustandes die Stelle aufgegeben hat, oder ob er Misshelligkeiten mit seiner vorgesetzten Behörde gehabt hat, ist nicht näher festzustellen. Nach seiner Rückkehr aus Brasilien lebte er anfänglich in Berlin, später aber liess er sich in Hamburg nieder, zum Teil mit aus Rücksicht auf seine weiteren Lebenspläne. Er wollte zunächst seine Erfahrungen und die Ergebnisse seiner Forschungen über Zuckerrohr zu einem umfangreichen Werke, zu einer Art Handbuch über Zuckerrohrkultur, verarbeiten, später dachte er seine Kraft wieder überseeischen Unternehmungen zur Verfügung zu stellen. Besonders schwebten ihm dabei unsere eigenen Kolonien vor. Trotz aller seiner Bemühungen machte seine Arbeit keine Fortschritte, da seine Gesundheit durch ein nervöses Leiden so angegriffen war, dass er zu einer anhaltenden und intensiven Beschäftigung mit dem Gegenstande gar nicht mehr fähig war. Im Sommer 1897 beteiligte er sich an der in Hamburg stattfindenden Allgemeinen Gartenbauausstellung, indem er eine sehr vollständige auf das Zuckerrohr und seine Kultur bezügliche Sammlung ausstellte, wofür ihm die grosse goldene Staatsmedaille und ein Geldpreis zu Teil wurde. Die mit dieser Ausstellung verbundene Arbeit und der zum Teil selbst bereitete Ärger und Verdruss scheint den letzten Rest seiner Kraft verbraucht zu haben, so dass er sich endlich entschloss, sich in ärztliche Behandlung zu geben. Leider konnte ihm wenig Hoffnung auf baldige Besserung gemacht werden. Allseitig wurde verlangt, dass er aller wissenschaftlichen Tätigkeit entsagen und durch körperliche Arbeit in ländlicher Umgebung den Versuch machen sollte, seine Gesundheit wieder herzustellen. Er erwarb deshalb in Tennstedt in Thüringen ein kleines Haus mit Garten und siedelte 1899 im Dezember dahin über. Die gärtnerische Beschäftigung, der er hier ob lag, hat nach seinem eigenen Ge-

ständnis seinen Gesundheitszustand sehr erheblich gebessert, und die Besserung nahm noch mehr zu, als er sich entschloss, sich im Herbst 1899 mit HEDWIG WOLF aus Berlin zu vermählen. Nun traten aber neue Schwierigkeiten in Gestalt pekuniärer Sorgen auf. Das kleine Kapital, welches er sich in Java erworben hatte, war im Laufe der Jahre fast verbraucht worden, und er musste deshalb auf neuen Erwerb sinnen. In seinem Alter und unter dem obwaltenden Umständen einen neuen Beruf zu ergreifen, war nicht so einfach, denn zu der wissenschaftlichen Tätigkeit konnte er nicht wieder zurückkehren, und doch scheint er au die Verwirklichung dieser Aufgabe mit demselben Optimismus herangetreten zu sein, der ihn alle Wechselfälle seiner Laufbahn in der Jugend ertragen liess. Er plante eine zweckentsprechende Verwertung von gärtnerischen Produkten, namentlich die Herstellung von Konserven, Fruchtweinen, Likören etc., wobei auch sein wissenschaftliches Interesse Befriedigung gefunden hätte. Um sich hierfür noch besser vorzubereiten, verbrachte er den Winter 1901/2 an der Königl. Lehranstalt für Obst- and Weinbau zu Geisenheim a. Rh. Auch allerlei Patentgedanken beschäftigten ihn. Aber die Ausführung seiner Pläne verzögerte sich, und so entschloss er sich, zunächst einen Handel mit Weinen und Likören zu beginnen, welche er kommissionsweise vertrieb. Kaum waren jedoch die einleitenden Schritte getan, so erkrankte er so schwer, dass an eine Besserung nicht mehr zu denken war. Nach schweren Leiden starb er am 9. Januar 1903 im Krankenhaus zu Langensalza in Thüringen, und so hat der Tod ihn gnädig vor argen Enttäuschungen und bitterem Elend bewahrt. Bald nach seinem Tode ist ihm ein Mädchen geboren worden. Der Botanischen Gesellschaft gehörte er seit ihrer Begründung an, schied aber 1898 aus ihr aus, als er aller wissenschaftlichen Betätigung entsagen musste.

BENECKE war eine durchaus praktische Natur. Mit der blossen Erkenntnis der Wahrheit wollte er sich nicht genügen lassen, sondern ihm sollte die Wissenschaft das Rüstzeug sein, mit welchem praktische Fragen des täglichen Lebens gelöst werden konnten. Wir sehen ihn denn auch sich sogleich der angewandten Botanik zuwenden, nachdem er der Schule entwachsen ist. Diese innere Nötigung mehr denn als äussere Zufälligkeiten des Lebensganges hat ihn dauernd an die angewandte Botanik gefesselt. Auf ihren Gebiete liegen seine Erfolge und Verdienste.

Durch seine blütenentwicklungsgeschichtlichen Arbeiten über Papaveraceen, Rhoeadineen und Begoniaceen hat er sich mit der wissenschaftlichen Arbeitsweise und Fragestellung im Allgemeinen und mit der mikroskopischen Forschungsmethode im Besonderen vertraut gemacht. Seine beiden kleinen Veröffentlichungen: „Beitrag zur Kenntnis der Ursachen des Wachstums“ und „Kleine biologische

Studie über das Blütenköpfchen von *Taraxacum officinale*" zeugen davon, dass er auch physiologische Forschungsmethoden zu handhaben wusste.

Seine Arbeiten auf dem Gebiete der angewandten Botanik gruppieren sich um zwei Punkte herum, um die mikroskopische Untersuchung von Futtermitteln und Mahlprodukten und um das Studium der Zuckerrohrkrankheit „Sereh".

Die Anregung zur Beschäftigung mit der Untersuchung der Kraftfuttermittel ist wohl von aussen an ihn herangetreten, von Seiten der Händler oder der Landwirte, indem er über von ihnen eingesandte Proben Gutachten zu erstatten hatte. Solche Anfragen dürften seinen „Mikroskopischen Untersuchungen sogenannter Kraftfuttermittel" (8) zu Grunde liegen. Die fortgesetzte Beschäftigung mit dem Gegenstande führte zur Prüfung vorhandener und zur Aufstellung neuer Methoden zur Untersuchung von Kraftfuttermitteln und ihren Verfälschungen (No. 13). Die schamlose Art und Weise, wie die Verfälschung der Futtermittel betrieben wurde, zeigte ihm die Notwendigkeit, den Landwirt gegen solche Ausbeutung zu schützen. Als Mittel dazu schien ihm die mikroskopische Untersuchungsmethode geeignet, die bei richtiger Belehrung auch von Laien ausgeübt werden konnte. So schrieb er seine „Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der Kraftfuttermittel auf Verfälschungen und Verunreinigungen", ein sehr brauchbares Büchlein, wie es denn BENECKE sehr gut verstand, botanische Dinge in sehr elementarer Weise klar zu machen. Aus seinen auf die Nahrungsmitteluntersuchung bezüglichen Veröffentlichungen ist eine wertvolle kolorimetrische „Methode zum Nachweis der Menge der Mahlprodukte des Roggens in den Mahlprodukten des Weizens" hervorzuheben, welche auch in die einschlägigen Handbücher übergegangen ist.

Bei der Beschäftigung mit dem Zuckerrohr, dem anderen grossen Arbeitsgebiet BENECKE's steht die Bekämpfung der „Sereh" im Mittelpunkt. Es ist ihm trotz aller Bemühungen ebenso wenig wie anderen Forschern gelungen, die Natur dieser Krankheit aufzudecken und ein wirksames Mittel, sie zu bekämpfen, ausfindig zu machen; immerhin haben seine Arbeiten zur Erweiterung unserer Kenntnisse vom Zuckerrohr erheblich beigetragen. So sehen wir denn aus der Versuchsstation „Midden-Java" eine ganze Reihe Arbeiten bald physiologischen, bald morphologischen, bald phytopathologischen Inhalts hervorgehen. Es liegt in dem Wesen dieser Veröffentlichungen, welche in erster Linie für die Interessenten an der Zuckerrohrkultur bestimmt waren, dass sie neben dem Neuen viel dem Fachmann Bekanntes enthalten, und dass die Polemik in ihnen einen weiten Raum einnimmt. Der Bekämpfung und Widerlegung irriger Ansichten dienten auch andere Veranstaltungen. BENECKE kam sehr bald zu

der Überzeugung, dass man bei uns ruhiger und sicherer, mit einem Worte besser arbeiten kann, da man nicht von dem ungünstigen Einfluss des Klimas zu leiden hat und man reicher mit Hülfsmitteln, namentlich literarischen, ausgestattet ist. Besonders mit Rücksicht auf letzteren Punkt veranlasste er eine Reihe von Fachleuten, kleine Abhandlungen über von ihm bestimmte Themata zu verfassen, welche in den „Mededeelingen" der Versuchsstation veröffentlicht wurden. Teils schrieb er zu denselben Vorreden, teils diskutierte und verarbeitete er sie in seinen Veröffentlichungen. Er ging noch einen Schritt weiter, er wollte aus den angeführten Gründen — und zum Teil ist dieser Plan zur Ausführung gelangt — Untersuchungen, welche an konserviertem Material ausgeführt werden konnten, in Deutschland ausführen lassen. Einer weiteren Ausdehnung dieses Vorhabens ist nur die Aufhebung der Versuchsstation entgegengetreten. Von seinen Veröffentlichungen dürften dauernden Wert behalten sein „Suikerriet uit Zaad" und sein Atlas über Zuckerrohr. Der Gedanke, die ausserordentliche Variabilität des Zuckerrohrstengels in Form und Farbe im Bilde festzuhalten, rührt von SOLTWEDEL her und ist von BENECKE unter Benutzung des bereits von jenem zusammengebrachten Materials verwirklicht worden.

Das Bild von BENECKE würde unvollständig sein, wenn man nicht seines Charakters gedenken wollte. Er war in gewissem Sinne ein Sonderling, der aber leider für seine Sonderbarkeiten nicht durch Originalität entschädigte. Das Sonderbare seines Wesens mag dadurch gesteigert worden sein, dass er in späteren Jahren gesellschaftlichen Verkehr fast ganz mied und meistens für sich alleine lebte, während er ein sehr flotter Student und sogar in Halle bei der Landsmannschaft Neoborussia aktiv gewesen war. Wer ihn näher kannte, sah über seine Sonderbarkeiten hinweg, da er den Kern dieses Charakters schätzen musste. Er war ein gemütvoller gutmütiger Mensch, der selbst unter sehr bedrängten Verhältnissen noch anderen zu helfen bereit war. So hat er auch viele Jahre hindurch, selbst zu Zeiten, wo er seinen Unterhalt sehr schwer verdiente und seine Einnahmen klein waren, seine Mutter unterhalten und für die Erziehung seines jüngsten Bruders gesorgt. Und das alles ohne ein Wort der Klage, als eine selbstverständliche Pflicht! Allerdings hegte er auch eine unbegrenzte Pietät für seine Mutter. Er war ein warmer zuverlässiger Freund, der ihm entgegengebrachte Freundschaft trefflich zu schätzen wusste.

Der Schlüssel zu dem Verständniss dieses an Wechselfällen reichen Lebens liegt in dem unversiegbaren Optimismus, der BENECKE beherrschte. Er glaubte an seinen Stern und dieser Glaube hat ihn in den schwierigsten Lebenslagen nicht verlassen, sondern hat ihn immer wieder nach oben gebracht. Auch in den letzten Lebens-

jahren hat er sich den Glauben noch bewahrt, als die allerschwerste Aufgabe, die ihm jemals gestellt worden ist, an ihn herantrat, im vorgerückten Alter, krank und fast mittellos einen neuen Beruf zu ergreifen. Er ist durch einen frühzeitigen Tod davor bewahrt worden, seinen Glauben als einen Irrglauben erkennen zu müssen.

Literaturverzeichnis.

1. Zur Kenntnis des Diagramms der Papaveraceen. — Mitteilungen aus dem botanischen Institut der Universität Heidelberg. Verhandl. des Naturhistor.-Medizinischen Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. II, Heft 5, S. 329—340.
2. Zur Kenntnis des Diagramms der *Papaveraceae* und *Rhoeadinae*. — ENGLER's Bot. Jahrbücher, Bd. II, 1881, S. 373—390, T. III.
3. Beitrag zur Kenntnis der Begoniaceen. — ENGLER's Bot. Jahrbücher, Bd. III, 1882, S. 288—318 mit Taf. III.
4. Eine Abnormität. — Botan. Centralblatt Bd. XII, 1882, S. 242—243 mit 1 Fig.
5. Beitrag zur Kenntnis der Ursachen des Wachstums. — Ber. d. d. bot. Ges., Bd. II, S. 5—12, 1884.
6. Kleine biologische Studie über das Blütenköpfchen von *Taraxacum officinale*. — L. c. Bd. III. S. 192—195, 1884.
7. Beitrag zur Kenntnis der Wachstumsgeschwindigkeit. — L. c. Bd. XI, 1893, S. 473—476 mit 2 Fig. auf Taf. XXIII.
8. Mikroskopische Untersuchungen sogenannter Kraftfuttermittel. — Schweiz. landw. Centralblatt.
   I. THORLEY's Futterpulver. — 3. Jahrg. 1884. Nr. 50, S. 227.
   II. Aromatisches englisches Viehmastpulver „Very Good". — 1884. Nr. 52, S. 239.
   III. Schweizerische Lactina. — 1885. 4. Jahrg. Nr. 10, S. 49.
   IV. MÜLLER's Kraftfuttermehl. — 1888. 4. Jahrg. Nr. 46, S. 250.
   V. Englisches Milch- und Mastpulver. — 1886. 5. Jahrg. Nr. 19, S. 97.
9. Gibt es eine einfache Methode zur Untersuchung von Natur- und Kunstbutter? — Schweiz. landwirt. Centralblatt 1886, 5. Jahrg. S. 65—66.
10. Über den Wert der chemischen und der mikroskopischen Analyse für die Beurteilung von Nahrungs- und Futtermitteln — Zeitschrift für Nahrungsmitteluntersuchung und Hygiene, Jahrg. 1. 1887. Bd. 1. S. 61.
11. Die Prüfung der Butter durch das Margarimeter. — L. c. Jahrg. 1. Bd. 1. 1887. S. 87.
12. *Lallemantia Iberica*, eine neue Ölpflanze. — L. c. Jahrg. 1. 1887. 1. Bd. S. 237 mit 5 Holzschnitten.

13. Zur mikroskopischen Prüfung der Kraftfuttermittel. — Pharmazeutische Zentralhalle N. F. 8.
   1. Kapitel: Prüfung von Raps- und Rübsenkuchen mit besonderer Berücksichtigung des schwarzen Senfes. — S. 461—464.
   2. Kapitel: Erkennung von Ricinuskuchen. — S. 521—529.
   3. Kapitel: Die verschiedenen Sesamarten und Sesamkuchen des Handels. — S. 545—551.
14. Über den Nachweis des Samens der Kornrade (*Agrostemma Githago* L.) in Mahlprodukten. — Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Bd. 31, 1885, S. 407—414 mit Tafel II.
15. Ricinuskuchen als Verfälschungsmittel. — L. c. Bd. 34, 1887, S. 145—162 mit 6 Holzschn.
16. Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der Kraftfuttermittel auf Verfälschungen und Verunreinigungen. Mit 44 in den Text gedr. Abbildungen. 8°. 117 S., Berlin, P. PAREY 1886.
17. Über den Wert der chemischen und mikroskopischen Analyse für die Beurteilung von Nahrungs- und Futtermitteln. Milchzeitung 1887, Nr. 17.
18. Über sogenannte Kraftfuttermittel. — L. c. 1887, Nr. 22.
19. Die mikroskopische Untersuchung der Kraftfuttermittel. — L. c. 1887, Nr. 23.
20. Zur mikroskopischen Prüfung der Kraftfuttermittel. II. Spezieller Teil. — L. c. 1887, Nr. 44 und 46.
21. Die Prüfung der Butter durch das Margarimeter. — L. c. 1887. Nr. 19.
22. F. BENECKE und E. SCHULZE, Untersuchungen über den Emmenthaler Käse und über einige andere Schweizerische Käsearten. — THIEL's Landw. Jahrbücher 1887, Heft II und III, S. 317—400.
23. F. BENECKE, Mitteilungen über Untersuchungen verschiedener schweizerischer Käsesorten (Spalen-, Greyerzer-, Vacherin-, Bellelaykäse und Schabzieger). — Milchzeitung 1887, Band 6, S. 530—533.
24. Die pilzlichen Organismen, welche eine Rolle beim Reifungsprozesse des Emmenthaler Käses spielen. — L. c. 1887, S. 530 und 591.
25. Über die Ursachen der Veränderungen, welche sich während des Reifeprozesses im Emmenthaler Käse vollziehen. — Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, Bd. I, No. 18, 1887, S. 521—526.
26. Über die Knöllchen an den Leguminosenwurzeln. — Bot. Centralbl. XXIX, 1887, S. 53—54.
27. Die Bedeutung der mikroskopischen Untersuchung von Kraftfuttermitteln für die landwirtschaftliche Praxis. Vortrag. — Mitteilungen der Ökonomischen Gesellschaft im Königreiche Sachsen. 48. Dresden (G. SCHÖNFELD) 1888, 8°, 15 S.

28. Zum Nachweise der Mahlprodukte des Roggens in den Mahlprodukten des Weizens. — Landw. Versuchsstationen, Bd. 36, 1889, S. 337—366 mit 1 color. Tafel.

Mededeelingen van het Proefstation „Midden-Java“ te Semarang. Semarang, G. C. T. van DORP & CO.

29. Over Suikerriet uit „Zaad“. — Met 23 Fig. 1889.
30. Over de Bordeaux-roode Kleur der Suikerriet-Wortels. — Met 8 lithogr. en 7 chromolithogr. Figuren, 1890.
31. Over de Proeftuinen van ons Station. Met bijdragen van de Heeren G. F. ENGER (Tegal-Weroe), W. HASSELBACH (Bendo-Kerep) en Dr. L. OSTERMANN (Bandjaran) en met eene bijlage „Registers der in den proeftuin te Semarang aanwezige Varieteiten“, samengesteld door EMIL RITSCHEL, 1890.
32. Over de juiste benaming der Generaties van Suikerriet en van Suikerriet-Stekken, geteeld uit „Import-Stekken“ 1890, 1—4 S.
33. Voorstel tot eene nieuwe wijze van benaming der Stekken van het Suikerriet. Met 4 figuren op 1 tafel, 1890, 1—8 S.
34. Is het mogelijk, uit typische „Sereh“-Stekken gezoud Suikerriet te telen? Naar aanleiding eener proef, genommen door Dr. L. OSTERMANN beantwoord. Met twee figuren op een tafel, 1890, 1—10 S.
35. Over het Gewicht en de Uitbreiding van het Wortelstelsel bij het suikerriet, 1890, 1—10 S.
36. Abnormale Verschijnselen bij het Suikerriet. Met 17 Figuren op VIII platen, 1890, 1—53 S.
37. Over de met roodkleuring gepaard gande verrotting der Stekken van het suikerriet, 1891, 1—24 S.
38. Proefnemingen ter Bestrijding der „Sereh“. Met eene plaat, 1891, S. 1—27.
39. De bestrijding der onder den naam „Sereh“ saamgevatte ziekteverschijnselen van het suikerriet. Met eene plaat, 1891. S. 1—11.
40. Nieuwe waarnemingen van abnormale Verschijnselen bij het Suikerriet. Met 13 figuren op VII platen, 1891, S. 1—23, I—IX.
41. „Sereh“. Onderzoekingen en Beschouwingen over Oorzaken en Middelen. Mededeelingen van het Proefstation „Midden-Java“ te Klaten.
    1. Aflevering: Hoofdstuk I tot III, 1892, S. 1—10.
    2. Aflevering: Hoofdstuk IV, 1992, S. 1—18.
    3. Aflevering: Hoofdstuk V, 1892, S. 1—23.
    4. Aflevering: Hoofdstuk VI, eerste helft, 1892, S. 1—39.
    5. Aflevering: Hoofdstuk VI, vervolg., 1892, S. 1—60.
    6. Aflevering: Hoofdstuk VI, slot. 1893, S. 1—94.
    7. Aflevering a) Bijvoegsel van Hoofdstuk VI,
       b) Hoofdstuk VI.

    Met 13 figuren op IX platen, 1893, S. 1—132.

42. Vorreden zu den auf seine Veranlassung abgefassten und in den Mededeelingen van het Proefstation „Midden-Java". — Semarang, G. C. T. van DORP & CO. erschienenen Abhandlungen:

M. MÖBIUS, Über die Folgen von beständiger geschlechtsloser Vermehrung der Blütenpflanzen (holl.) 1890.

M. MÖBIUS, Welche Umstände befördern und welche hemmen das Blühen der Pflanzen? 1892.

W. MIGULA, Kritische Übersicht derjenigen Pflanzenkrankheiten, welche angeblich durch Bakterien verursacht werden. 1892.

A. WIELER, Über das Vorkommen von Verstopfungen in den Gefässen mono- und dicotyler Pflanzen. 1892.

43. Jaarverslag over het 6e Boekjaar 1891—1892, uitgebracht door den Directeur Dr. FRANZ BENECKE aan het Bestuur van het Proefstation „Midden-Java" te Klaten.

44. Formen und Farben von *Saccharum officinarum* L. (Zuckerrohr) und von verwandten Arten. 21 chromolithographische Tafeln von Dr. FRIEDRICH SOLTWEDEL, weiland Direktor der Versuchsstation „Midden-Java". Herausgegeben mit begleitendem Text von Dr. FRANZ BENECKE, Direktor der Versuchsstation „Midden-Java". Atlas gr. fol. Text 8°, 29 SS., holländisch, deutsch, englisch, französisch. — Mitteilungen der Versuchsstation für Zuckerrohr „Midden-Java" zu Semarang auf Java, 1892, Berlin, (PAUL PAREY).

45. Über die Folgen des sogenannten „Abbrennens" der Zuckerrohrfelder auf Cuba. — Deutsche Zuckerindustrie 1896.

46. Über das Chinosol. — Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, III. Bd., 1897, S. 65—73, 114—120.

47. Referat für JUST's Botanischen Jahresbericht über Morphologie, Biologie und Systematik der Phanerogamen. — 1884, S. 513—688, 1885, S. 430—723.

BENECKE war auch eine Zeitlang Mitarbeiter am Bot. C., für das er eine grössere Anzahl Referate geliefert hat.

Albert Matz.

Von

P. GRAEBNER.

ALBERT EMIL RUDOLF MATZ wurde am 19. November 1852 in Potsdam geboren. Da sein Vater in keineswegs glänzenden Verhältnissen lebte, besuchte der junge MATZ zunächst die höhere Bürgerschule und nachher die Realschule 1. Ordnung in Potsdam. Als Schüler wurde er besonders durch seinen Vater, der während den Ferienzeiten und Sonntags um 4 oder $^1/_2$5 Uhr morgens mit seinen Knaben auszog in Feld und Wald, zur Beobachtung in freier Natur, zum Studium der Pflanzen- und Tierwelt angeregt. Damals legte er den Grundstock zu seinem schönen Herbarium, und als er die Schule mit dem Zeugnis für den Einjährig-freiwilligen-Dienst verlassen hatte, um sich dem Apothekerberuf zu widmen, benutzte er auch da alle freie Zeit, um die Seltenheiten der Flora zu sammeln und zu präparieren. Am eifrigsten war er dabei, als er, nachdem er 1872 das Apothekergehilfenexamen bestanden hatte, in Zittau thätig war. Hier hat er erst die ganze Umgebung des Ortes botanisierend durchstreift, und mancher schöne Fund ist ihm zu verdanken.

Nachdem er etwa 3$^1/_2$ Jahre Apotheker gewesen war, gab er diesen Beruf auf, da es sein sehnlichster Wunsch war, zu studieren, sich der medizinischen Wissenschaft zu widmen. Nachdem er so lange die Freiheit genossen, ging er noch einmal zur Schule und zwar auf das Gymnasium zu Seehausen in der Altmark, wo er im Jahre 1876 das Abiturientenexamen bestand. Am 7. Oktober desselben Jahres liess er sich bei der medizinischen Fäkultät in Berlin einschreiben, und nun begann für ihn ein Leben voll Sorgen und Arbeit, denn da er unvermögend war, musste er auf eigenen Füssen stehen. Mit dem ihm eigenen Humor hat er alle Fährlichkeiten und Unbequemlichkeiten ertragen und dabei seinen Studien mit regstem Eifer obgelegen. 1878 bestand er das Tentamen physicum und 1880 das Examen als praktischer Arzt, dem er 1888 die Promotionsprüfung anschloss.

Während seiner Studienzeit beschäftigte sich MATZ auch wieder eingehend mit seinen Freunden, den Pflanzen. Neben dem sehr zeitraubenden medizinischen Studium fand er noch immer Musse, seinen Neigungen nachzugehen. Sowohl durch Hören botanischer Kollegs in der Universität als durch Beteiligung an wissenschaftlichen Exkursionen usw. suchte er seine Kenntnisse in der Botanik zu ver-

tiefen. ASCHERSON, ALEXANDER BRAUN, BREFELD und KNY waren seine botanischen Lehrer.

Nach Abschluss seiner Studienzeit trat unser Freund 1880 beim Garde-Fuss-Artillerie-Regiment ein und wurde bald darauf Assistenzarzt im Leib-Garde-Husaren-Regiment, hier unter dem Kommando des damaligen Prinzen Wilhelm, des jetzigen Kaisers. Von hier aus erhielt er zunächst ein Kommando zum 4. Badischen Infanterie-Regiment und von dort zur Kaiser Wilhelm-Akademie in Berlin. Als Stabsarzt wurde er an das Garde-Schützen-Bataillon in Gross-Lichterfelde berufen. In jenen Jahren, die MATZ in Berlin und Gross-Lichterfelde zubrachte, war er einer der eifrigsten Besucher der Botanischen Versammlungen, und alle verwendbare Zeit, die der besonders im Garde-Schützen-Bataillon oft recht anstrengende Dienst ihm liess, widmete er der Botanik. Nur ungern sah er den Zeitpunkt herbeikommen, an dem seine Beförderung zum Oberstabsarzt ihn aus dem liebgewordenen Freundeskreise herausreissen musste, denn die Möglichkeit, dass er an irgend einen kleinen Ort versetzt wurde, lag nicht fern. Glücklicherweise wurde ihm aber durch die Gunst seiner Vorgesetzten, besonders des Kaisers selbst, der stets lebhaftes Interesse für ihn bewahrt hatte, ein glücklicheres Schicksal zu teil, er wurde nach Magdeburg zum 152. Infanterie-Regiment versetzt und blieb auch in jener Stadt (zuletzt beim Fuss-Artillerie-Regiment), als das Regiment verlegt wurde.

Im Frühjahr 1902 warf ihn ein gefährliches Nierenleiden auf das Krankenlager, von dem er sich nicht wieder erheben sollte. Am 7. Mai starb er, noch nicht ganz 50 Jahre alt, und am 11. desselben Monats wurde er in Potsdam zur letzten Ruhe bestattet.

Mit MATZ ist eine jener kernigen dentschen Mannesnaturen dahingegangen, die mit eisernem Fleiss und eisernem Willen ein gestecktes Ziel verfolgte, ohne dabei durch ihr Emporstreben auch nur einem ihrer Mitmenschen zu nahe zu treten. Ein Self-made-man in des Wortes edelster Bedeutung war er, durch eigene Kraft hat er sich emporgearbeitet, zu der hohen Stellung, die er zuletzt einnahm, und hätte nicht die tückische Krankheit seinem Leben ein so frühes Ende gesetzt, er wäre weiter gestiegen.

Aber auch die botanische Wissenschaft hat viel an ihm verloren, denn das reiche Material, welches er in Deutschland und im Auslande gesammelt hatte, wollte er jetzt in Musse verarbeiten. In den Jahren der Arbeit und des Emporstrebens hatte er natürlich nicht die Zeit, mit grossen botanischen Werken an die Öffentlichkeit zu treten, das Sammeln und Sichten nahm die kurze Freizeit in Anspruch. Jetzt in ruhiger Lebensstellung, frei von den kleinlichen Sorgen des Lebens sollte die Aufarbeitung des reichlichen Materials geschehen, und seine botanischen Freunde, die ihn bei seiner Arbeit

besuchten, wissen, wie viele fruchtbare Gedanken er in dieser Beziehung hatte, nun er namentlich auf kritische Gruppen des Mittelmeergebietes, die nun wohl noch lange der Klärung harren werden, sein Augenmerk gelenkt hatte, wurde ihm ein jähes Ziel gesetzt. Von seinen botanischen Reisen seien besonders folgende erwähnt:

1887 nach Italien, besonders im Ligurischen Appenin, an der Bucht von Genua, Rapallo usw.
1888 nach Ägypten,
1889 in die Vogesen,
1891 in die Südtiroler Dolomiten,
1895 nach Sizilien und Kalabrien,
1899 nach Spanien[1]),
1901 nach Frankreich und Italien.

Das Material dieser Reisen hat Matz stets für die wissenschaftlichen Arbeiten zur Verfügung gestellt, ca. 8000 Pflanzen hat er gesammelt, und es wäre dringend zu wünschen, dass diese seine Lebensarbeit durch Einverleibung in ein öffentliches Herbarium erhalten und nutzbar bliebe. — Eine grosse Stütze hatte der Verstorbene stets an seiner Gemahlin, die er 1891 heimführte; sie hat ihm (selbst auf der Hochzeitsreise, wie er berichtete) abends seine Pflanzen trocknen und einlegen helfen und durch teilnehmendes Verständnis die Freude an jeder Arbeit erhöht. Sie und drei Kinder hat unser Freund hinterlassen. Möge sein letzter Herzenswunsch in Erfüllung gehen, dass sich Liebe und Interesse für die Botanik auch in seinen Kindern entwickelt, dass sie, ganze Menschen wie er, die so jäh unterbrochene Arbeit in seinem Sinne, die scientia amabilis fördernd, fortsetzen möchten.

Gross-Lichterfelde, den 19. November 1903.

---

1) Über die auf dieser Reise gesammelten Moose ist ein Aufsatz von C. Warnstorf in der Österr. Bot. Zeitschr. XLIX (1899) erschienen: Bryologische Ergebnisse der wissenschaftlichen Reise des Oberstabsarztes Dr. Matz in Magdeburg durch die Iberische Halbinsel in der Zeit von Anfang März bis Mitte Mai 1899. — In dieser Arbeit wird ein neuentdecktes Moos *Dicranella lusitanica* beschrieben, auch ist die ganze Reiseroute ausgeführt.

Michael Woronin.

Von

S. NAWASCHIN.

Am 20. Februar 1903 starb zu St. Petersburg im Alter von 65 Jahren das Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, M. WORONIN, ein Mann, den sowohl die Fachgenossen, als zahlreiche Leute aus verschiedenen Kreisen der russischen Gesellschaft mit schmerzlichem Bedauern aus ihrer Mitte scheiden sahen.

Ein berühmter Naturforscher, der in der botanischen Wissenschaft fast während eines halben Jahrhunderts unermüdlich tätig war, dessen wissenschaftliche Bedeutung frühzeitig von den hervorragendsten ausländischen Gelehrten und naturwissenschaftlichen Gesellschaften anerkannt wurde, war WORONIN in weiten Kreisen seines Landes noch mehr als Mensch bekannt, als eine Persönlichkeit von erhabenen, anziehendsten Eigenschaften mit Liebe, Verehrung und Bewunderung umgeben.

Einem solchen Manne, dessen Persönlichkeit so vielen Leuten unvergesslich in ehrendem Andenken verbleiben wird, in einem Nachrufe gerecht zu werden, ist eine sehr schwierige Aufgabe; die folgenden Zeilen wollen denn auch weiter nichts, als in allerflüchtigsten Zügen nur die hervorragendsten Seiten von WORONIN's Dasein und Tätigkeit andeuten.

MICHAEL WORONIN wurde am 21. Juli 1838 in St. Petersburg geboren. Sein Vater, STEPHAN WORONIN, einer der reichsten Leute der Hauptstadt, schonte kein Geld, um seinen Kindern die beste Erziehung zu geben. Zusammen mit seinen Brüdern wurde WORONIN unter der Leitung eines guten Pädagogen, eines Deutschen, im väterlichen Hause vorgebildet. Diese Zeit seines Lebens und die Persönlichkeit seines Erziehers sind wahrscheinlich nicht ohne Einfluss auf die Neigungen des Jünglings geblieben; so hegte WORONIN bekanntlich Sympathie zu Deutschland am meisten, dessen Sprache, Literatur und Sitten er ausgezeichnet kannte.

Andererseits darf man wohl glauben, dass WORONIN seine Neigung zu wissenschaftlichen Studien ganz selbstständig erkannte und weiter pflegte; es mag hier höchstens erwähnt werden, dass keiner von seinen Brüdern, die ja denselben Unterricht und dieselbe Erziehung genossen, die wissenschaftliche Laufbahn erwählt hat.

Wie wir jetzt urteilen können, wurde sein wahrer Beruf von WORONIN sehr glücklich erkannt! Betrachtet man in der Tat sein

ganzes Lebenswerk, so hat man den Eindruck eines schönen, in ruhiger Majestät dahinfliessenden Stromes; bis zum Grabe wird ihm die Wissenschaft zur heiligen Pflicht und zur Quelle des Genusses.

Nach Ablegung der Abiturientenprüfung (1854, 16 Jahre alt) widmete sich WORONIN vier Jahre lang dem Studium der Naturwissenschaften an der St. Petersburger Universität. Sein erster Lehrer der Botanik war der verstorbene Prof. CIENKOWSKI, der berühmte Erforscher der niederen Organismen. Zum Teil war es gewiss der Einfluss dieses hervorragenden Mannes, dass sich WORONIN später dem Studium der Botanik und zwar der Mykologie widmete; auf der Universität studierte er aber fleissig auch die Geologie, so dass er 1858, nach Ablegung seiner letzten Universitätsprüfung, den Kandidatengrad erwarb, auf Grund einer geologischen Dissertation, womit er auch eine silberne Medaille erhielt.

Am Ende desselben Jahres kam WORONIN nach Heidelberg, wo er nur eine kurze Zeit studierte. Dann ging er nach Freiburg. Hier, in dem damals sehr bescheidenen Laboratorium des Prof. ANTON DE BARY, wird ihm sein Beruf schliesslich klar: die lebendige Natur, das Leben und die Entwicklung der niederen Pflanzenorganismen, Pilze und Algen, werden ihm zum anziehendsten Gegenstand der Untersuchung, die er bis zum Schluss seines Lebens nicht verlässt.

In Freiburg fand WORONIN in der Person DE BARY's einen Lehrer, damals noch jungen, von derselben Liebe zur Natur begeisterten Gelehrten, mit dem er auch späterhin mit innigster Freundschaft, gemeinschaftlichen Interessen und Arbeiten 30 Jahre lang (DE BARY † 1888) verbunden bleibt. Übrigens war die erste Arbeit, die WORONIN auf Anregung DE BARY's ausgeführt hat, anatomischen Inhalts. Dies war die Untersuchung von *Calycanthus*. An ein ähnliches anatomisches Thema wendet sich WORONIN später nur ein einziges Mal in seiner Arbeit über die Struktur der Blätter von *Statice monopetala*.

Im Jahre 1860 verliess WORONIN Freiburg, um den berühmten Entdecker der Befruchtung bei den Meeresalgen kennen zu lernen. In Antibes unter Leitung THURET's schafft er seine Arbeit über *Acetabularia* und kehrt nach St. Petersburg zurück, wo seine Promotion zum Magister der Botanik 1861 erfolgt, auf Grund seiner Dissertation: Untersuchungen über die Meeresalgen *Acetabularia* und *Espera* (russisch).

WORONIN's Promotion zum Magister war sein erster und letzter Schritt zum Erbwerben einer offiziellen Stellung; er hiess auch späterhin weder Doktor noch Professor, bis erst 1874 die Neurussische Universität (zu Odessa) ihn zum Doktor der Botanik „honoris causa" ernannte. Es war die erste Anerkennung seiner wissenschaftlichen Verdienste, in Rücksicht auf mehrere myko- und algologische Arbeiten,

die er in diesem Zeitraum erscheinen liess. Zu dieser Zeit arbeitete er bald im Auslande, zum Teil gemeinschaftlich mit DE BARY, bald in St. Petersburg, allein oder — in Gemeinschaft mit seinem Fachgenossen und Freunde FAMINTZIN, und schenkt der Wissenschaft die eingehendsten Studien der Entwicklungsgeschichte mehrerer Pilze und Algen, stets durch zahlreiche schöne, meist farbige Tafeln erörtert.

Betrachtet man die schon dieser Lebensperiode WORONIN's gehörenden Arbeiten, so lassen sich diejenigen Charakterzüge WORONIN's wahrnehmen, die ihn als hervorragenden, originellen Naturforscher für immer stempeln. Ich meine eben die von ihm allein ausgeführten Untersuchungen: Über die Krankheit der Preisselbeere (*Exobasidium Vaccinii*), Über die Krankheit der Sonnenblume (*Puccinia Helianthi*), Über eine neue Ustilaginee (*Sorosporium Trientalis*) — die Untersuchungen, welche gewiss jeden an den Entschlafenen so lebhaft erinnern!

Die sämtlichen erwähnten Arbeiten stellen eigentlich abgesonderte, unabhängige „Naturstudien“ dar, weil der Forscher seine Themata unmittelbar der lebendigen Natur entnahm. In seiner Darstellung aber sind diese Studien zu den interessantesten Blättern unserer Wissenschaft geworden.

Greift nur hinein ins volle Menschenleben!
Ein jeder lebt's, nicht vielen ist's bekannt,
Und wo ihr's packt, da ist's interessant.

So einfach lautet die Moral freilich für den wahren Künstler, und die Erklärung: warum WORONIN's wissenschaftlichen Studien so „interessant“ sind, besteht wohl darin, dass er, gleich den anderen klassischen Meistern der Naturwissenschaft, in seiner Person die Anlagen des Naturforschers und des wahren Künstlers vereinigte.

Sowohl die Naturwissenschaft, wie die Kunst im Anfange jeder Periode ihrer Entwicklung bilden sich auf dem gleichen Wege aus; es handelt sich dort, wie hier, zuerst um eine genauere Unterscheidung und ein Vervollkommnen der Darstellung der typischen Menschen- und Naturlebenserscheinungen. Die Naturwissenschaft und die Kunst bieten daher die beiden anfangs unzertrennbaren Seiten eines und desselben Zweiges der Tätigkeit des schaffenden Menschengeistes dar. Darum muss die Verfahrungsart des Naturforschers einer gewissen Epoche mit der des Künstlers gewissermassen ähnlich sein. Dies zeigt uns WORONIN, dessen Tätigkeit, wenn auch zum Teil der klassischen Epoche der wissenschaftlichen Kryptogamenkunde gehörend, in seinen Werken sehr deutlich. Seine unmittelbare Art des Naturanschauens ist eine rein künstlerische Art; seine höchst objektive Darstellung der Naturerscheinungen erfüllt wohl die Hauptbedingung jedes wahren künstlerischen Schaffens; gleich den künst-

lerischen Werken befriedigen seine Naturstudien unsern Verstand, indem sie auf denselben unmittelbar einwirken und nicht etwa dadurch, dass sie gerade zur Erörterung dieser oder jener Theorie beitragen. Sie sind vielmehr an und für sich „interessant“ oder wichtig, da sie selber Urheber der Theorie sind. Nach der ursprünglichen Beobachtung WORONIN's über die Lupine hat man eine Erscheinung kennen gelernt, die sich als „typische“ für eine grosse Anzahl Pflanzen herausstellte; dieser Beobachtung folgten eine Menge Untersuchungen, deren Resultat gegenwärtig eins der wichtigsten Kapitel der modernen Physiologie darstellt. Allbekannt ist *Exobasidium Vaccinii*, ein besonderer morphologischer „Typus“ unter den Basidiomyceten, ein Schmarotzer, der mit dem früher bekannten *Exoascus* so ein schlagendes Beispiel des morphologischen Parallelismus infolge der biologischen Verhältnisse darbietet. *Sorosporium Trientalis* bietet uns wieder den abgeschlossenen Entwicklungstypus der Ustilagineen, und zwar das einzige zurzeit bekannte Beispiel des Pleomorphismus in dieser Familie. Die Untersuchung über *Puccinia Helianthi* ist eine ausführliche Darstellung der typischen Entwicklung eines autöcischen Rostpilzes; sie ergänzt die klassischen Arbeiten DE BARY's über die heteröcischen Rostpilze.

Wir könnten leicht mehrere Arbeiten WORONIN's nennen, die der späteren Periode seiner Tätigkeit angehören und vielleicht noch mehr als die erwähnten bekannt sind, und zwar aus demselben Grunde: weil mit jeder Arbeit neue Typen in unsere Wissenschaft eingeführt werden. So gehören die Namen *Plasmodiophora*, *Ceratium*, *Botrydium* den Organismen, deren Kenntnis selbst dem Anfänger unentbehrlich geworden ist. Wir pflegen diese Arbeiten WORONIN's klassische zu nennen: es bleibt ihnen eine ruhmvolle Unsterblichkeit gesichert.

Für unsere Betrachtung hätte eine Aufzählung der übrigen Verdienste WORONIN's um so weniger Wert, als dieselben schon langeher anerkannt sind. Es bliebe höchstens zu erwähnen, dass er mit seiner Arbeit über die Kohlpflanzenhernie 1878 eine goldene Medaille von der K. Russischen Gartenbaugesellschaft erhielt, in Rücksicht auf die hohe praktische Bedeutung der genannten Untersuchung. Die K. Akademie der Wissenschaften erteilte ihm ihren grossen Preis in Rücksicht „auf die hervorragenden Arbeiten“, die er 1877 bis 1882 erscheinen liess; sodann wurde er zum korrespondierenden Mitglied der Akademie ernannt.

Aber diese offiziellen Anerkennungen gelten wenig im Vergleich zu der Bekanntheit und Verehrung, die WORONIN schon damals in den weitesten wissenschaftlichen Kreisen erworben hatte. Darauf war er, glaube ich, stolz, aber er ist niemals danach ausgegangen. Man kann sich wirklich keinen bescheideneren Gelehrten vorstellen

als WORONIN. Sein Dasein spielt sich auch weiter in seiner stillen Wohnung in St. Petersburg, Wasiliewsky Ostrow, Linie 9, 2, oder in Finnland, auf der Villa Leistila, in ruhiger, einsamer Arbeit ab. Zu dieser Zeit hat er die Berufung nach Odessa abgelehnt. Er hielt 1869 und 1870 kleinere Vorlesungen über die Pilze als Privatdozent an der Universität; 1873 bis 1875 vertrat er die Stelle eines Lektors der Mykologie und Anatomie der Pflanzenzelle an der höheren ärztlichen Schule für Frauen.

Wer die Hallen kennt, über und über voll gestellt von Apparaten und Instrumenten, mit deren Gebrauch die moderne Mikrobiologie und Mykologie paradiert, würde nicht wenig erstaunt gewesen sein, wenn er WORONIN's Arbeitsstube betreten hätte. In der Stadt, ebenso wie auf dem Lande, arbeitete er in seinem Schlafzimmer. Da stand ein kleiner Arbeitstisch mit Wachstuch überzogen, darauf in peinlicher Reinlichkeit, unter einer Glasglocke, „der alte HARTNACK" (HARTNACK und PRAZMOWSKI, mittleres Modell), Rasiermesser, Nadeln, und auf dem Fensterbrett — einige Teller mit Kulturen, meistens unter gewöhnlichen Teegläsern. Es war aber wirklich ein Genuss, zu sehen, wie prachtvoll Pilze oder Algen in diesen einfachen Kulturen gediehen. WORONIN's Gewandtheit, die lebendigen Pflanzen zu behandeln, war geradezu wunderbar. Dieselbe glich vielleicht nur seiner Geschicklichkeit im Aufsuchen manchmal sehr seltener Pilze (z. B. neuerlich *Monoblepharis*) oder Algen, was man gern dem Zufall oder Glück zurechnen würde, so leicht ging es ihm von statten. Ich glaube, die Erklärung liegt in seiner Beharrlichkeit mit einer ungemeinen, ich möchte sagen fast sinnlichen Liebe zu diesen Wesen verbunden.

Es wäre gerade hier die Stelle, der Sklerotinien zu gedenken, seiner erklärten Lieblinge, deren Untersuchung mehrere Jahre WORONIN's Leben in Anspruch genommen hat.

Bekanntlich sind dies Schmarotzer einer ganzen Reihe von Pflanzen; ihre Sklerotien bilden sie in den Früchten der betreffenden Nährpflanze, ihre Konidien meist an den Blättern derselben Pflanze aus. Eine höchst interessante Tatsache ist es, dass sich die sämtlichen Sklerotinien WORONIN's in scharf begrenzte Gruppen, je nach der Nährpflanzenfamilie einteilen lassen, und zwar wie folgt: Sklerotinien der Vaccinieen, Sklerotinien der Rosaceen und Sklerotinien der Betulaceen. Die beiden ersten Gruppen wurden von WORONIN monographisch bearbeitet. Die Sklerotinien jeder einzelnen Gruppe repräsentieren sehr nahe verwandte Arten und gehören einer und derselben Pflanzenformation an, z. B. die der Vaccinieen dem Torfmoore oder dem torfigen Nadelwalde. Die Nährpflanzen dieser Sklerotiniengruppe sind Heidelbeere, Rauschbeere, Preisselbeere und Moosbeere, — die Pflanzen, die mancherorts gemeinschaftlich wachsen,

wie es z. B. in der Umgebung Leistilas der Fall ist. Die sämtlichen Sklerotinien wurden ja von WORONIN unweit seiner Sommerwohnung aufgefunden, wo er auch dieselben seinen Freunden und Besuchern an Ort und Stelle gern demonstrierte. Es wäre aber ein vergeblicher Versuch, hier erklären zu wollen, wie es ihm gelungen ist, die wahren Beziehungen zwischen den zahlreichen Entwicklungsstadien aller vier mit einander verwirrten Formen zu entziffern, um schliesslich die Entwicklungsgeschichte jeder Spezies klar darzulegen. Viel später fand er unter den erwähnten Sklerotinien noch eine fünfte, deren Konidien, sich an den Blättern der Rauschbeere entwickelnd, denselben der eigentlichen Sklerotinie der Rauschbeere täuschend ähnlich sind. Es war die *Sclerotinia heteroica*, deren Sklerotien sich in den Früchten des Sumpfporstes bilden. Die neuen, bisher von ihm übersehenen Konidien zu demaskieren und deren Zusammenhang mit Sklerotien des Sumpfporstes zu beweisen, war keine leichte Aufgabe, ja eine harte Probe sogar für WORONIN's langjährige Erfahrung.

Schaut man jetzt die so kurz gefassten Monographien WORONIN's über die Sklerotinien an, so glaubt man es kaum, dass sie so viel Zeit und Mühe kosteten. So ruhig und kühl berichtet der Verfasser über die Tatsachen, die ihm ein Gegenstand vieler Erwägungen, gewiss auch mancher Zweifel, Kummer und Freude mehrere Jahre lang waren. Er verliert aber auch nicht viele Worte, um zu deuten, welch eine hohe theoretische Bedeutung den von ihm beobachteten Verhältnissen zuzuschreiben wäre.

Freilich fühlte WORONIN eine Art Abneigung von allerhand Spekulation; in allen seinen Schriften verlässt er ja den Boden der Tatsachen und der unmittelbaren Folgerungen gar zu selten, um höchstens eine Voraussetzung zu machen. Dies entspricht wohl dem Zuge seines ernsten, edlen Charakters, seiner hervorragenden Bescheidenheit, zugleich aber, wie ich behaupten zu dürfen glaube, seiner Ansicht über die Wissenschaft.

Die Naturwissenschaft fasste WORONIN eigentlich als Naturforschung auf; jenseits des exakten Wissens ersah er nur eine Möglichkeit: zu glauben. Jede wissenschaftliche Lehre schätzte er insofern, als sie eine systematische Darstellung der Tatsachen bietet. Wenn er sich gern Schüler CIENKOWSKI's, DE BARY's, THURET's nannte und nennen liess, so hat er es doch immer abgelehnt, in die Reihe von Anhängern einer bestimmten Doktrin eingereiht zu werden. Daraus seine entschiedene Unparteilichkeit, seine Unabhängigkeit als Gelehrter, gewiss auch seine bekannte Abneigung gegen Polemik. WORONIN fühlte sich augenscheinlich mit dem Erforschen des Gegenstandes bereits vollkommen befriedigt, eine Exkursion ins abstrakte Gebiet, wo verschiedene subjektive Meinungen schalten und walten, wäre für ihn nicht einladend.

„Was die naturwissenschaftliche Forschung aufgibt an weltumfassenden Ideen und an lockenden Gebilden der Phantasie, wird ihr reichlich ersetzt durch den Zauber der Wirklichkeit, der ihre Schöpfungen schmückt.“

Diese bekannten Worte SCHWENDENER's enthalten einen schönen Ausdruck für meine Idee: sein Leben lang befand sich WORONIN unter dem „Zauber der Wirklichkeit“.

Bei seinen Gesprächen war WORONIN natürlich minder zurückhaltend als in den Schriften. Er sprach sehr gern von seinen Ansichten über den Parasitismus überhaupt. Seiner Meinung nach sollen die Schmarotzerpilze sehr geeignete Objekte zum Erforschen der Frage über die Artenbildung darbieten. Jede von den oben erwähnten Sklerotiniengruppen betrachtete er als nahe verwandte Arten, die gruppenweise von je einer ursprünglichen Art abstammen. Die Entstehung der neuen Arten von Schmarotzerpilzen sah er überhaupt als möglich an; diese Entstehung zu beobachten hielt er sogar für eine ausführbare Aufgabe. So sah er das Sklerotium der Süsskirsche an, welches er sporadisch erscheinen, nie aber zur Askusfruchtbildung schreiten beobachtete, als eine künftige, erst im Entstehen begriffene Art, die von der Sklerotinie der Traubenkirsche ihren Ursprung nimmt.

An dieser Stelle möchte ich erwähnen, wie die Sklerotinie des Sumpfporstes (*Sclerotinia Ledi* = *Scl. heteroica*) aufgefunden wurde. Zuerst WAHRLICH, dann FISCHER berichteten über eine in Asien bezw. in der Schweiz an zwei verschiedenen *Rhododendron*-Arten schmarotzende Sklerotinien. WORONIN äusserte gesprächsweise die Meinung, dass das Vorkommen einer nahe verwandten Sklerotinie in unserer Flora keinem Zweifel unterliege, und zwar an dem Sumpfporste, der dem *Rhododendron* am nächsten steht: sonst wäre eine so weite Verbreitung des *Rhododendron*-Pilzes kaum denkbar. „Wir müssen diese Sklerotinie auffinden,“ sagte er, ohne zu wissen, dass ich die fragliche Sklerotinie zufälligerweise schon besitze. Ich hatte nämlich vor einigen Tagen eine Postsendung bekommen, die Früchte des Sumpfporstes enthaltend, mit dem Zettel: „Absonderliche Früchte des Sumpfporstes — samenlos.“ Dies waren eben die Sklerotien der vermuteten Sklerotinie, die wir im nächsten Frühjahre auf dem ersten Ausfluge nach Finnland aufgefunden haben.

Ebenso glücklich wurde von WORONIN die Zusammengehörigkeit der beiden Monilien (*Monilia cinerea* Bon. und *Monilia fructigena* Pers.) die als „Fungi imperfecti“ galten, zu demselben Sklerotinientypus vorausgesagt. Die beiden Pilze wurden von ihm als gut begrenzte Arten wieder anerkannt, die betreffenden Sklerotien aus den Konidien in Kulturen erzielt; die Versuche aber, die Askusfrüchte zu erzielen, sind ihm misslungen. Trotzdem publizierte WORONIN seine Unter-

suchung unter dem Titel: „Über *Sclerotinia cinerea* und *Sclerotinia fructigena*.“ Bekanntlich wurden in Amerika kürzlich die betreffenden Askusfrüchte gefunden.

Es bleibt uns derjenigen persönlichen Eigenschaften WORONIN's zu gedenken, dank welchen seine Teilnahme an jeder Sache — mag es sich um ein wissenschaftliches Unternehmen oder um irgendwelche Angelegenheit des Menschenlebens handeln — stets nur willkommen und segensreich war. Vor allem war es seine Uneigennützigkeit im weitesten Sinne des Wortes, die oft fast an Selbstverleugnung grenzte.

Jeder weiss, welche Überwindung dazu gehört, seine eigene, mächtig anziehende Arbeit unterbrechen zu müssen, um Anfragen zu beantworten, welche uns das praktische Leben zu oft stellt. Von dieser Kleinmütigkeit war WORONIN frei und wusste immer die Zeit zu finden, bald an einer Kommission teilzunehmen, bald eine zeitraubende Untersuchung als Sachverständiger auszuführen. Ich erinnere hier nur an eine solche Untersuchung des „Taumelgetreides“, das ihm aus Süd-Ussurien zugesandt wurde, oder die Untersuchung des Inhaltes des Mammutseingeweides, welche er im Auftrage der Akademie der Wissenschaften ausführte.

Freilich war WORONIN in seiner Tätigkeit äusserlich dadurch begünstigt, dass ihm seine Vermögensverhältnisse gestatteten, sein Leben lang amtsfrei zu bleiben; um so mehr aber war er dazu bereit, seine Zeit, Energie und Vermögen seinen Nächsten zu opfern, so dass man wohl behaupten darf, dass die Menschenfreundlichkeit sein wirkliches grosses Amt war.

Der uneigennützige Charakter WORONIN's äusserte sich gewiss auch darin, dass er 30 Jahre lang das Sekretariat der botanischen Abteilung der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft führte. Dieser bescheidenen Pflicht war WORONIN bis zum Lebensende von ganzem Herzen ergeben. Hier kam seine Tätigkeit in besonders wohltuender Weise darin zum Ausdruck, dass er gern die Erscheinungen der botanischen Literatur besprach; ferner, dass er es auch nicht unterliess, denjenigen ausländischen Gelehrten (die er meist persönlich kannte), deren Tod er erlebte, einen Nachruf zu widmen und ihre wissenschaftlichen Verdienste zu besprechen.

Als die namhaftesten pekuniären Hilfeleistungen WORONIN's, wozu er überhaupt stets bereit war, seien hier diese erwähnt: seine Hilfeleistung der St. Petersburger Universität zur Erbauung des botanischen Instituts und die zur Stiftung der biologischen Station in Bologoje. Die prächtigen Tafeln zu seinen Abhandlungen liess er stets auf seine eigenen Kosten anfertigen, wodurch er jedenfalls mehreren Organen der wissenschaftlichen Literatur nicht unwesentliche Hilfe leistete.

Ein hervorragender Gelehrter und ein Mann von so erhabenem

Charakter und Tätigkeit, war WORONIN in weiten gesellschaftlichen Kreisen seines Landes bekannt und hochgeschätzt: Wissenschafts- und Menschenfreund sind die Worte, die man in ihrer wahren, hohen Bedeutung anzuwenden hört, wenn davon die Rede ist, die Lebensart WORONIN's kurz zu fassen.

Mehrere naturwissenschaftliche Gesellschaften in Russland und im Auslande zählen WORONIN zu den ihrigen. So haben ihn die folgenden Gesellschaften und Universitäten zum Ehrenmitglied gewählt:

1. die Gesellschaft der Erforscher der Natur in Moskau 1874,
2. die Gesellschaft der Naturwissenschaftsfreunde usw. in Moskau 1889,
3. die Russische Gartenbaugesellschaft in St. Petersburg 1891,
4. die K. Gesellschaft der St. Petersburger Naturforscher 1894,
5. die Deutsche Botanische Gesellschaft 1895,
6. Societas Linneana Londinensis (Foreign Member) 1896,
7. die K. Universitäten zu Dorpat und Charkow 1902.

Die letzten sieben Jahre seines Lebens war WORONIN als Mitglied der K. Akademie der Wissenschaften und als Direktor der neuerrichteten Museumsabteilung für Kryptogamenkunde tätig.

Die folgende Liste der Arbeiten WORONIN's, von TRANZSCHEL abgefasst, entnehme ich dem Nachruf, der ihm von FAMINTZIN gewidmet ist.

Verzeichnis der Publikationen Woronins.

1. Über den Bau des Stammes von *Calycanthus*. — Bot. Zeit. 1860, 2°, S. 177—181, Tafel V.

2*.[1]) Untersuchungen über die Meeresalgen *Acetabularia* uud *Espera*. — St. Petersburg 1861.

3. Recherches sur les algues marines *Acetabularia* Lam. et *Espera* Dcne. — Annales des sciences naturelles. 4e sér., XVI, 1862, p. 200—214, pl. 5—11.

4. DE BARY und WORONIN, Beitrag zur Kenntnis der Chytridineen. — Ber. über die Verhandl. der naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B., Bd. III, 1865, Heft II, S. 22—61, Tafel I—II.

5. DE BARY et WORONIN, Supplément à l'histoire des Chytridinées. — Ann. des sc. natur., 5e sér., III, 1865, p. 239—269, pl. 9—10.

6. Über die bei der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) und der gewöhnlichen Gartenlupine (*Lupinus mutabilis*) auftretenden Wurzelanschwellungen (mit 2 Tafeln). — Mémoires de l'Acad. Imp. des sciences de St. Pétersbourg, VII. sér., T. X, 6°, 1866, p. 1—13.

1) Die mit * bezeichneten Nummern gehören den russisch verfassten Publikationen an.

7. Zur Entwickelungsgeschichte des *Ascobolus pulcherrimus* Cr. und einiger Pezizen, in DE BARY und WORONIN, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. 2. Reihe. Frankfurt a. M. 1866. — Abdruck aus den Abhandl. der Senckenbergischen naturf. Gesellschaft, V. Bd., S. 1—11, Tafel I—IV.
8. DE BARY und WORONIN, Zur Kenntnis der Mucorineen. — Ibidem, S. 12—34, Tafel V—VII.
9. *Exobasidium Vaccinii.* — Ber. über die Verhandl. der naturf. Ges. zu Freiburg, Bd. IV, Heft IV, 1867, Tafel I—III.
10. Neuer Beitrag zur Kenntnis der Chytridineen. Entwickelungsgeschichte von *Synchytrium Mercurialis* Fckl. — Bot. Zeit. 1868, 6°, S. 81—88; 7°, S. 97—104; Tafel II—III.
11*. Mykologische Untersuchungen. Mit 6 farbigen Tafeln. — St. Petersburg 1869.
12*. Über die Krankheit der Sonnenblume. — Auf der II. Versammlung der russischen Naturforscher und Ärzte in Moskau mitgeteilt, 1869.
13*. Über eine neue Ustilaginee, *Sorosporium Trientalis.*
14. Beitrag zur Kenntnis der Vaucherien. — Bot. Zeit. 1869, 9°, S. 137—144; 10°, S. 153-162, Tafel I—II.
15. *Sphaeria Lemanea, Sordaria coprophila, fimiseda, Arthrobotrys oligospora.* DE BARY und WORONIN. — Beitr. zur Morph. und Biol. der Pilze, 3. Reihe, S. 1—36, Tafel I-VI, Frankfurt a. M. 1870.
16*. Über das Vorkommen von *Cronartium Ribesii* in Peterhof. — Arbeiten der St. Petersburger Gesellschaft der Naturforscher, Bd. II, 1871.
17*. Untersuchungen über die Entwickelung des Rostpilzes *Puccinia Helianthi*, der die Krankheit der Sonnenblume verursacht. — Arb. der St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. II, S. 157—189, 1870.
18. Untersuchungen über die Entwickelung des Rostpilzes (*Puccinia Helianthi*), welcher die Krankheit der Sonnenblume verursacht. Auszug aus dem Vorigen. — Bot. Zeit. 1872, 28°, S. 677—683; 30°, S. 693—697.
19*. Untersuchungen über die Gonidien der Flechte *Parmelia pulverulenta* Ach. — Arb. der St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. III, 1872, S. 77—86, Taf. I.
20. Recherches sur les gonidies du lichen *Parmelia pulverulenta* Ach. — Ann. des sc. nat., 5e sér., 1872, p. 317—325, pl. 14.
21*. Vorläufige Mitteilung über die Kulturen und Entwickelungsgeschichte von einigen Mistpilzen aus der Abteilung der Hymenomycetes. — Arb. der St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. III, S. LV, 1872.
22. FAMINTZIN und WORONIN, *Ceratium hydnoides* Alb. et Schw. und *Polysticta reticulata* Fr. (*Polyporus reticulatus* Nees) als zwei neue Formen von Schleimpilzen. Bot. Zeit. 1872, 34°, S. 613—617.

23. Dieselben, Über zwei neue Formen von Schleimpilzen: *Ceratium hydnoides* Alb. et Schw. und *Ceratium porioides* Alb. et Schw. Mit drei Tafeln. — Mém. de l'Acad. des sc. de St. Pétersb., VII. sér., T. XX, 3°, p. 1—16, 1873.
24*. Zur Frage über die Krankheit der Kohlpflanzen, „Kohlhernie" genannt. — Arb. der St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. V, 2°, S. XXV—XXVII, 1874.
25. Die Wurzelgeschwulst der Kohlpflanzen (aus den Berichten der botanischen Abteilung der St. Petersb. Ges. der Naturf.). — Bot. Zeit. 1875, 20°, S. 337—339.
26. Über *Puccinia Helianthi* (aus den Ber. der botan. Abteilung der St. Petersb. Ges. der Naturf.). — Bot. Zeit. 1875, 20°, S. 340–341.
27*. Kurzer Nachtrag zu meiner Untersuchung über die Krankheit der Sonnenblume. — Arb. der St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. VI, S. XXXIV—XXXVI, 1875.
28*. Über die Bildungen, die in der Mykologie unter dem Namen Sklerotien bekannt sind. — Arb. der St. Petersb. Ges. der Naturf.; Bd. VI, S. XL—XLI, 1875.
29*. Über die geschlechtliche Vermehrung der Pilze. — Arb. der St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. VI, S. LXIII—LXV, 1875.
30*. Über die Entwickelungsgeschichte von *Botrydium granulatum.* — Arb. der St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. VII, S. CXXXIII bis CXL, 1876.
31. ROSTAFINSKI und WORONIN, Über *Botrydium granulatum.* — Bot. Zeit. 1877, 41°, S. 649—664; 42°, S. 655—671; Tafel VII—XI.
32*. *Plasmodiophora Brassicae*, Organismus, der den Kohlpflanzen die Krankheit verursacht, die unter dem Namen „Hernie" bekannt ist. — Arb. der St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. VIII, S. 169 bis 201, Tafel I—VI, 1877.
33. *Plasmodiophora Brassicae*, Urheber der Kohlpflanzenhernie. — Jahrb. für wiss. Botanik (herausgeg. von PRINGSHEIM), Bd. XI, S. 548—574, Tafel XXIX—XXXIV, 1878.
34*. Vorläufige Mitteilung über die Algen *Sciadium Arbuscula* A. Br., *Vaucheria De Baryana* sp. n., *Chromophyton Rosanoffii* sp. n. und über den Pilz *Sorosporium Trientalis*, über das Vorkommen des Pilzes *Polysaccum turgidum* bei Wyborg. — Arb. der St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. XI, S. 71, 1880.
35. Nachträgliche Notiz zur Frage der Kohlpflanzenhernie. — Bot. Zeit. 1880, 4°, S. 54—57.
36. *Vaucheria De Baryana* n. sp. — Bot. Zeit. 1880, 25°, S. 425—432, Tafel VII.
37. *Chromophyton Rosanoffii* n. sp. — Bot. Zeit. 1880, 37°, S. 625.
38. DE BARY und WORONIN, Beitrag zur Kenntnis der Ustilagineen. — Beiträge zur Morph. und Biol. der Pilze, 5. Reihe, 1882, S. 1—33, Tafel I–IV.

39. Notiz über die Struktur der Blätter von *Statice monopetala* L. — Bot. Zeit. 1885, 12°, S 177—185, Tafel II.

40. Bemerkung zu dem Aufsatze von Herrn H. MÖLLER über *Plasmodiophora Alni.* — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. III, S. 177—178, 1885.

41. Über die Pilzwurzel (*Mycorrhiza*) von B. FRANK. — Ibidem, Bd. III, S. 205—206, 1885.

42. Über *Peziza* (*Sclerotinia*) *baccarum.* Tageblatt der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Strassburg 1885. — Verhandl. der bot. Sekt., berichtet in Bot. Zeit. 1885, 47°, S. 747.

43. Über *Peziza baccarum.* (Vorläufige Mitteilung.) — Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. III, S. LIX—LXII, 1885.

44*. Über die Entwickelungsgeschichte des Pilzes, der die Krankheit der Beeren der Vaccinien verursacht und über ähnliche Erscheinungen bei einigen anderen Pflanzen. -- Arb. der St Petersb. Ges. der Naturf., Bd. XVI, S. 99—103, 1885.

45*. L. R. TULASNE (Nachruf). — Ibidem, Bd. XVII, S. 39—42, 1886.

46*. A. DE BARY (Nachruf). — Ibidem, Bd. XIX, S. 6—7, 1888.

47. Über die Sklerotienkrankheit der Vaccinien-Beeren. Entwickelungsgeschichte der diese Krankheit verursachenden Sklerotinien. — Mém. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersb., 7e sér., T. XXXVI, 6°, p. 1—49, mit 10 Tafeln, 1888.

48*. Über das „Taumelgetreide" in Süd-Ussurien. — Verhandl. der VIII. Versammlung russischer Naturf. und Ärzte 1890 in St. Petersburg, Abt. 5, S. 13—21.

49. Über das „Taumelgetreide" in Süd-Ussurien. -- Bot. Zeit. 1891, 6°, S. 81—93.

50. Bemerkung zu LUDWIG's „*Sclerotinia Aucupariae*". — Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. IX, S. 102—103, 1891.

51. *Sclerotinia heteroica* Wor. et Naw. Nachträgliche Notiz zu NAWASCHIN's Mitteilung: „Über eine neue *Sclerotinia*, verglichen mit *Sclerotinia Rhododendri* Fischer". — Ibidem, Bd. XII, S. 187 bis 188, 1894.

52. Die Sklerotienkrankheit der gemeinen Traubenkirsche und der Eberesche (*Sclerotinia Padi* und *Sclerotinia Aucupariae*). Mit 5 Tafeln. — Mém. de l'Acad. Imp. de St. Pétersb., 8e sér., T. II, 1°, S. 1—27, 1895.

53*. *Sclerotinia heteroica.* — Arb. der St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. XXV, S 84—91, 1895.

54. WORONIN und NAWASCHIN, *Sclerotinia heteroica.* — Zeitschr. für Pflanzenkrankh., 1896, Heft 3, 4, 20 S. mit 2 Tafeln.

55*. Vorläufige Mitteilung über den Pilz *Monilia fructigena* Pers. — Arb. der K. St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. XXVIII, 1°, 1896.

56*. Einige Worte bezüglich der Arbeit von KLEBS: die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. — Ibidem, Bd. XXVIII, 1°.
57. Kurze Notiz über *Monilia fructigena* Pers. — Zeitschr. für Pflanzenkrankh., Bd. VII, Heft 4, S. 197—198.
58*. Über die Schmarotzerpilze *Monilia cinerea* Bon. und *Monilia fructigena* Pers., die Kirschen und Äpfel angreifen. (Vorläufige Mitteilung.) — St. Petersburg 1898.
59. *Monilia cinerea* Bon. und *Monilia fructigena* Pers. (Vorläufige Mitteilung.) — Bot. Centralblatt LXXVI, 1898.
60. Zur Black-Rot-Frage in Russland. — Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten, Bd. VIII, Heft 4, 1898.
61. Über *Sclerotinia cinerea* und *Sclerotinia fructigena*. Mit 6 Tafeln. — Mém. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersb., 8e sér., Vol. X, 5°, 1900.
62*. M. D. WACHTEL (Nachruf). — Arb. der K. St. Petersb. Ges. der Naturf., Bd. XXXI, 1°, 1900.
63*. Vorläufige Mitteilung über die Entwickelungsgeschichte der Phycomyceten: *Monoblepharis sphaerica* Cornu und *Naegeliella Reinschii* Schröt. — Tageblatt der XI. Versammlung russischer Naturf. und Ärzte, S. 252 (nur Titel).
64. Über *Monoblepharis* wurde von WORONIN mitgeteilt auf der Versammlung nordischer Naturforscher und Ärzte in Helsingfors im Juni 1902.

Eugen Askenasy.

Von

M. MÖBIUS.

Mit Bildnis.

Auf einer Vergnügungsreise, die er in Begleitung seines Neffen und dessen Frau nach Tirol unternommen hatte, traf ihn plötzlich, am 24. August 1903, der Tod. Noch in den letzten Tagen hatte er sich darüber ausgesprochen, wie wohl er sich auf dieser Reise fühle, und die Reisenden hatten beschlossen, jetzt von Sölden aus noch einen anderen Aufenthaltsort aufzusuchen; während sie im Gespräch darüber am Tische sassen, sank er infolge eines Hirnschlages vom Stuhle und war auf der Stelle verschieden. Die Leiche wurde nach Frankfurt a. M. gebracht, um in dem Familiengrab beigesetzt zu werden unter tiefer Trauer derer, die schon gehofft hatten, ihn bald wieder bei sich begrüssen zu können.

EUGEN ASKENASY war am 5. Mai 1845 in Odessa geboren, als Sohn des Kaiserl. Russ. Hofrates Dr. M. ASKENASY (geboren 1811, gestorben in Frankfurt a. M. 1887) und dessen Frau MARIE, geb. RAFFALOVICH (gestorben 1859 in Dresden). Er war der dritte von fünf Brüdern, von denen noch zwei am Leben sind[1]). Sein Vater war Stabsarzt und ein Mann von ausserordentlichen geistigen Fähigkeiten, der sich später besonders philologischen Studien zuwandte. Er wollte, dass seine Söhne in Deutschland erzogen würden, und weil damals Dresden in dem Rufe stand, besonders gute Schulen zu haben, so zog er mit seiner Familie nach dieser Stadt, wo EUGEN von Michaelis 1853 bis Ostern 1855 die Elementarschule besuchte. Von da wurde er gleich in die Oberquinta des Gymnasiums zum Heiligen Kreuz in Dresden aufgenommen. Ostern 1859 verliess er dasselbe mit einem vorzüglichen Zeugnis der Reife für Obertertia ausgestattet, denn da er körperlich nicht kräftig zu sein schien, sollte er sich der Landwirtschaft widmen. Nachdem er 1859—1861 als landwirtschaftlicher Eleve in Durlach gewesen war, bezog er auf ein Jahr, bis Ostern 1862, die Akademie Hohenheim bei Stuttgart, wo er sich wiederum ein vorzügliches Zeugnis erwarb. Von April bis November dieses Jahres (1862) war er als Praktikant auf der königlichen Domäne Seegut bei Stuttgart beschäftigt und ist hier selbst hinter dem Pfluge hergegangen. Den Winter über, bis März 1863, nahm er einen praktischen Kursus in der Zuckerfabrik Heilbronn und darauf einen solchen in der Brauerei Hemmingen bei Stuttgart. Auf diese Weise gründlich in der Praxis vorgebildet, wie es eigentlich für das botanische Studium als recht zweckmässig anzusehen ist, ging er im Herbst 1863 nach der landwirtschaftlichen Akademie in Poppelsdorf, wo seit 1861 SACHS mit einem Lehrauftrag für Botanik, Zoologie und Mineralogie angestellt war, jetzt aber nur noch botanische Vorlesungen hielt, die sich des besten Rufes erfreuten. Durch SACHS wurde nun ASKENASY ganz für die Botanik gewonnen und liess sich ein Jahr später, am 20. Oktober 1864 an der Universität Heidelberg immatrikulieren, der er nahezu 40 Jahre angehören sollte. Hier lehrte seit 1863 WILHELM HOFMEISTER, der „als Leiter der praktischen Arbeiten im Laboratorium, als Lehrmeister an seinem Lieblingsinstrument, dem Mikroskop, ganz Ausgezeichnetes leistete“. „So konnte es nicht fehlen, dass gerade junge Botaniker von Fach sich nach Heidelberg wandten, nicht nur aus Deutschland, sondern vielfach auch aus dem Ausland. Von bekannten Namen der ersteren Reihe nenne ich ASKENASY, ENGEL-

1) Für die Mitteilungen über den Lebenslauf und die Familie des Verstorbenen bin ich dessen Bruder, Herrn Ingenieur ALEXANDER ASKENASY in Frankfurt a. M. ausserordentlich zu Dank verpflichtet.

MANN, J. KNAUTH, N. J. C. MÜLLER, ferner die Russen ROSANOFF und KRUTITZKY, den Franzosen MILLARDET"[1]). Hier arbeitete er in den bescheidenen Räumen des Institutes mit solchem Eifer, dass er am 2. November 1866 summa cum laude zum Doctor philosophiae promoviert wurde; eine Doktordissertation war damals und auch noch lange Zeit später in Heidelberg nicht erforderlich und nicht üblich. 1872 habilitierte er sich mit der später zu besprechenden Schrift „Botanisch-morphologische Studien", am 27. Januar 1881 wurde er zum Professor extraordinarius und am 23. Dezember 1891 zum Professor honorarius ernannt. Wir erwähnen hier gleich noch, dass er seit 1870 (28. Dezember) der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft als arbeitendes Mitglied und seit 1872 (29. November) dem Naturhistorisch-medizinischen Verein zu Heidelberg als ordentliches Mitglied angehörte. 1883 trat er unserer deutschen botanischen Gesellschaft bei (proklamiert als ordentliches Mitglied in der Sitzung vom 26. Oktober 1883) und am 16. Januar 1886 ernannte ihn die Leopoldinisch-Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher (Halle) zu ihrem Mitglied.

Von äusseren Veränderungen ist aus seinem Leben nicht viel zu berichten, da er, wie gesagt, von 1864 an in Heidelberg blieb Eine grössere Reise unternahm er 1882 nach Teneriffa, wobei er auch Algier und Spanien besuchte. Er heiratete nicht und lebte auch sonst wenig gesellig, sich auf den Umgang mit einigen vertrauteren Freunden beschränkend und zuweilen die Familien seiner verheirateten Brüder, besonders häufig die in dem nahen Frankfurt besuchend. Er war aber keineswegs einsiedlerisch und weltabgewandt, sondern zeigte immer ein reges Interesse für alle Vorgänge in der Stadt und besonders an der Universität. Auch besuchte er gern Kongresse und hat, wie auch aus unten zu machenden Angaben hervorgeht, an einer ganzen Anzahl von Naturforscherversammlungen teilgenommen. Die Kollegen, die ihn dabei kennen gelernt haben, werden wissen, wie unterhaltend er war, und wie es sozusagen kein Thema gab, bei dem er nicht mit Sachkenntnis mitzusprechen wusste. Und dies gilt nicht bloss von seinem eigentlichen Studiengebiet, der Botanik: auf alles mögliche andere erstreckte sich sein Interesse, wie auf schöne Literatur, Geschichte, Politik, von den nahverwandten naturwissenschaftlichen und mathematischen Fächern abgesehen. Er las ausserordentlich viel, und sein vorzügliches Gedächtnis liess ihn auch das Meiste des Gelesenen bewahren.

Da sich mit diesem reichen Wissen eine scharfe Urteilskraft

---

1) WILHELM HOFMEISTER von ERNST PFITZER. Sonderabdruck aus „Heidelberger Professoren aus dem neunzehnten Jahrhundert. Festschrift der Universität zur Zentenarfeier ihrer Erneuerung durch KARL FRIEDRICH". 2. Band 1903, S. 273.

verband, so machten ihn schon diese bedeutenden intellektuellen Fähigkeiten zu einem Manne, dessen Umgang man gern aufsuchte; eine noch viel grössere Anziehungskraft aber übten die vortrefflichen Eigenschaften seines Charakters aus, ein kindlich liebenswürdiges Gemüt blickte stets aus dem Gelehrten hervor und flösste unbedingtes Zutrauen zu ihm ein. Er war ruhig in seinem Wesen, milde in seinem Urteil über andere, hilfsbereit gegen jeden, sei es, dass er um Rat in wissenschaftlichen oder praktischen Dingen, sei es, dass er um materielle Unterstützung angegangen wurde, und dies letztere geschah nicht wenig, da er als wohlhabender Mann bekannt war, so bescheiden er auch lebte und auftrat.

Was sein Äusseres betrifft, so war er gross, in jüngeren Jahren mager, in älteren ziemlich wohlbeleibt; seine starke Kurzsichtigkeit gab ihm manchmal eine gewisse Unsicherheit in seinen Bewegungen. Seine Gesundheit war, wie schon oben angedeutet, besonders in früheren Jahren nicht die beste; als ich ihn vor etwa 20 Jahren näher kennen lernte, klagte er besonders, dass er beim Sitzen leicht Rückenschmerzen bekäme, was ihn hinderte, längere Zeit zu mikroskopieren; ich weiss nicht, ob dies mit seinem Nierenleiden zusammenhing, das ihn später belästigte. In den letzten Jahren machte ihm sein Herz zu schaffen, sodass er sich vor zunehmender Beleibtheit und körperlicher Anstrengung hüten musste. Trotzdem hat er noch im vorigen Jahre beträchtliche mit Gletschertouren verbundene Bergbesteigungen ohne weitere Benachteiligung unternommen. Doch möchte man vermuten, dass seine Herztätigkeit in diesem Jahre einem längeren Aufenthalt an einem so hochgelegenen Orte wie Sölden nicht gewachsen war, und dass dieser Umstand die Katastrophe herbeigeführt hat.

ASKENASY war seiner Natur nach für das Leben eines Privatgelehrten recht geeignet, wenn er gewiss auch gern eine grössere Lehrtätigkeit entfaltet hätte. An einer kleineren Universität wie Heidelberg konnte er als Botaniker neben dem Ordinarius nur einzelne Collegia und Übungen abhalten. Besonders die Kryptogamen hatte er zum Gegenstand seiner Vorlesungen gewählt und hielt ausserdem, zuletzt diese allein, Übungen im Bestimmen der Pflanzen mit Exkursionen ab. Die letzteren waren sehr lehrreich, da die Beteiligung nicht gross und ASKENASY eiu guter Kenner sowohl der in der Umgebung Heidelbergs wachsenden Pflanzen als auch ihrer Standorte war; dabei war ihm seine Kurzsichtigkeit keineswegs hinderlich, eine Erscheinung, die wir eigentümlicherweise bei einer ganzen Anzahl von Botanikern wiederfinden.

In seiner geräumigen Wohnung hatte er sich ein Laboratorium eingerichtet, das auch zur Ausführung seiner physiologischen Untersuchungen genügte, wenigstens in späteren Zeiten, während er,

solange HOFMEISTER noch in Heidelberg lebte und er selbst jünger war, meistens im Universitätslaboratorium arbeitete. So entstanden die wertvollen Arbeiten, die wir jetzt möglichst kurz besprechen wollen; wir können sie einzeln durchnehmen, denn er hat nicht viele und keine umfangreichen Abhandlungen geschrieben, aber es kann wohl gesagt werden, dass sich jede als ein Baustein in dem bisher aufgefürten Gebäude unserer Wissenschaft bewährt hat. Selbständig sind nur zwei Abhandlungen erschienen: nämlich seine Habilitationsschrift, die morphologisch-botanischen Studien, und seine Beiträge zur Kritik der DARWIN'schen Lehre, die übrigen veröffentlichte er meistens in der Botanischen Zeitung, einige in diesen Berichten und den Verhandlungen des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg und die übrigen an anderen Stellen, wie es das Folgende zeigen wird.

Die wissenschaftlichen Arbeiten ASKENASY's bewegen sich hauptsächlich auf zwei Gebieten, dem der Physiologie und dem der Algologie, sodass die meisten in diese zwei Gruppen verteilt werden können. Von den übrigen seien zunächst die ersten beiden Aufsätze seiner Habilitationsschrift erwähnt, welche sich mit entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen einerseits in morphologischer, andererseits in systematischer Richtung beschäftigen.

In den „Beiträgen zur Kenntnis der flachen Stämme" wird zunächst für *Bossiaea ensata* und *Carmichaelia australis*, zwei Leguminosen mit flachen, fast blattlosen Stengeln, gezeigt, dass der Vegetationspunkt ganz normal ist und erst unterhalb desselben das Wachstum besonders in zwei gegenüberliegenden Seiten stattfindet, es wird dann ferner gezeigt, wie die anfangs in zwei Reihen liegenden Gefässbündel zunächst in der Mitte zu einem Kreise verschmelzen, in den schliesslich auch die in den Kanten eintreten, und wie durch die ausgleichende Tätigkeit des Cambiums die älteren Zweige wieder cylindrische Gestalt annehmen. *Mühlenbeckia platyctados* zeigt eine ähnliche Entwicklung ihrer Zweige, aber schon von Anfang an einen gewissen Unterschied zwischen den ganz flach bleibenden und hinfälligen und den später cylindrisch werdenden und ausdauernden Zweigen. Noch stärker ist dieser Unterschied bei *Phyllanthus*, deren flache Seitenzweige gar keine eigentliche Cambiumtätigkeit besitzen und wie Blätter abgegliedert werden. Bei *Phyllocladus* sind die flachen Zweige eigentlich beblätterte und verzweigte Achsen, deren Zweige aber verschmolzen bleiben; mit den morphologischen Verhältnissen wird hier auch der Gefässbündelverlauf genauer beschrieben. Von den Monocotylen werden die *Ruscus*-Arten behandelt und die Entwicklung besonders von *R. racemosus* untersucht.

Der zweite Aufsatz handelt über die systematische Stellung von *Callitriche* und *Myriophyllum*, die Verfasser aus der Blütenentwicklung

zu ermitteln sucht. Für *Callitriche* ergibt sich dabei nur, dass sie sich denjenigen Familien der Dicotylen anschliesst, deren Endosperm durch Teilung des Embryosacks entsteht. In dieser Hinsicht stimmt *Myriophyllum* mit *Callitriche* überein, unterscheidet sich aber durch die Bildung des Ovulums; hierin gleicht es *Hallorrhagis* und ist damit in die Familie der Halorrhagideen verwiesen. Erwähnt sei noch, dass in diesem Aufsatz schon einige Versuche über den Einfluss des Wasserstandes auf die Ausbildung der *Callitriche*-Sprosse beschrieben werden, denn eine spätere Arbeit behandelt solche Versuche bei den Wasserhahnenfüssen.

Den dritten Aufsatz werden wir unter den algologischen Arbeiten ASKENASY's zu erwähnen haben; zunächst aber sollen seine physiologischen besprochen werden. Eine Gruppe derselben beschäftigt sich mit dem Chlorophyll und anderen Farbstoffen. Die erste, von ASKENASY veröffentlichte Arbeit beruht auf Versuchen, die er unter HOFMEISTER's Leitung angestellt hat, und ist betitelt: „Beiträge zur Kenntnis des Chlorophylls und einiger dasselbe begleitender Farbstoffe“ (Botan. Zeitung XXV. 1867, S. 225—230, 233—238, Taf. V).

Hier bespricht Verfasser die optischen und chemischen Eigenschaften des aus grünen Blättern gewonnenen Chlorophyllfarbstoffes und des aus etiolierten Keimlingen von *Hordeum vulgare* gewonnenen Farbstoffes. Ferner behandelt er die Farbstoffe gewisser Algen und Flechten und unterscheidet immer genau das Chlorophyll und die es begleitenden Farben, wie überhaupt schon diese erste Arbeit durch ihre klare Ausdrucksweise und Gründlichkeit den scharfsinnigen Forscher erkennen lässt. Den roten Farbstoff der Florideen nennt er mit KÜTZING Phycoërythrin und verwirft den NAEGELI'schen Namen Phycochrom ebenso wie den COHN'schen Rhodophyll. Von Flechten untersucht er *Peltigera canina* und *Collema* spec., von Algen ausser den Florideen eine *Oscillaria* und *Chroolepus aureus*, dessen rotes Öl richtig als ein neben dem Chlorophyll auftretender und von diesem chemisch unabhängiger Stoff erkannt wird, während COHN[1]) es als eine Modifikation und ein Produkt des Chlorophylls angesehen hatte; schliesslich bespricht er auch die Diatomeen, deren braunen Farbstoff er isoliert. Die Untersuchung der Brauntange verschiebt er auf spätere Zeit und behandelt in der unten zu erwähnenden Arbeit über *Ectocarpus* den braunen Farbstoff dieser Alge, den er mit dem der Diatomeen und dem von *Fucus* übereinstimmend und neben dem echten Chlorophyll vorkommend findet

In dieser ersten Arbeit hatte ASKENASY unter anderem die

1) Vergl. W. ZOPF, Cohn's Hämatochrom ein Sammelbegriff. (Biolog. Centralbl., 1895, XV, S. 417—427.)

winterliche Verfärbung der Zweige von *Thuja* erwähnt und mitgeteilt, dass nach seinen Versuchen die gebräunten Zweige eine hellgrüne Farbe annahmen, wenn sie im Winter in ein warmes Zimmer gebracht werden. G. KRAUS hatte sich auch mit diesem Gegenstand beschäftigt[1]) und die genannte Erscheinung für eine Wirkung der Temperatur erklärt. In sehr scharfsinniger Weise zeigt ASKENASY in seiner Arbeit: „Über die Zerstörung des Chlorophyllls lebender Pflanzen durch das Licht" (Botan. Zeitung 1875, Bd. 33, S. 457—460, 473—481,496—499), dass man durch die Temperaturänderungen den Farbenwechsel von *Thuja* nicht erklären kann, sondern dass das Licht die Verfärbung bewirken muss. Hieran schliessen sich weitere mehr theoretische Betrachtungen und Auseinandersetzungen mit anderen Autoren über den Einfluss des Lichtes auf das Chlorophyll; auch der Entstehung der roten Farbe im Licht, der roten Backen bei den Äpfeln, wird eine besondere Betrachtung gewidmet.

Ein Jahr später veröffentlichte er seinen bekannten Aufsatz[2]): „Über den Einfluss des Lichtes auf die Farbe der Blüten" (Botan. Zeitung 1876, Bd. 34, S. 1—7, 27—31) in der Absicht, die von SACHS ermittelte Regel, dass die Blüten auch im Dunkeln sich in normaler Form und Farbe ausbilden, genauer zu prüfen. Er fand bei seinen Versuchen, dass *Tulipa Gesneriana, Crocus vernus* und *Scilla campanulata* sich nach der SACHS'schen Regel verhalten, während *Hyacinthus orientalis, Pulmonaria officinalis, Orchis ustulata, Silene pendula, Antirrhinum majus* und *Prunella grandiflora* des Lichtes bedürfen, um ihre normale Färbung zu erlangen; worin aber dieser Unterschied begründet ist, konnte er nicht ermitteln.

An die Untersuchungen über die Lichtwirkung schliessen sich zunächst die über die Wärmewirkung an, und da die letztere in dem Wachstum ihren Ausdruck findet, die über das Wachstum der Pflanzen überhaupt. Wir erwähnen zunächst den Aufsatz „Über die Temperatur, welche Pflanzen im Sonnenlichte annehmen" (Botan. Zeitung 1875, Bd. 33, S. 441—444). Die hier von ASKENASY ermittelte merkwürdige Erscheinung ist in der botanischen Literatur vielfach zitiert worden; er hat nämlich gefunden, dass gewisse Pflanzen, und zwar die Succulenten bei direkter Bestrahlung auf Temperaturen erwärmt werden können, die sehr nahe den oberen Temperaturgrenzen für eine Anzahl Pflanzen nach SACHS liegen. Die höchste gemessene Temperatur war 52° C. in der Rosette von *Sempervivum alpinum* in der Sonne, bei 28,1° C. im Schatten.

Ebenso bekannt ist seine Abhandlung „Über die jährliche Periode der Knospen" (Botan. Zeitung 1877, Bd. 35, S. 793—815, 817—848.

1) Über die winterliche Färbung grüner Pflanzenteile. (Sitzungsberichte der naturf. Gesellsch. Halle, 1874, S. 9—10.)

2) Vergl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, 2. Auflage, Bd. I, S. 497.

Mit 4 Kurven- und 1 Figuren-Tafel). ASKENASY hat, „um das Resultat der Untersuchung in wenige Worte zusammenzufassen, gefunden, dass die Entwickelung der Kirschenknospen in zwei Perioden zerfällt, die durch eine Periode der Ruhe getrennt sind, dass in der ersten Wachstumsperiode die Entwickelung sehr langsam und ziemlich gleichmässig vor sich geht, während in der zweiten eine stetige und immer stärker werdende Steigerung des Wachstums erfolgt; wir sehen ferner, dass die Temperaturschwankungen, wie sie bei uns vorkommen, während der ersten Periode und während der Ruhezeit das Wachstum nur wenig beeinflussen, dass sie dagegen während der Frühjahrsperiode eine grosse Bedeutung für dasselbe und damit auch für das Datum der Blütezeit gewinnen". Hieran schliessen sich allgemeine Betrachtungen über die Beziehungen des Klimas zu den Vegetationsphasen der perennierenden Pflanzen, wobei eine Anzahl interessanter Angaben aus der Literatur zusammengestellt und kritisch verarbeitet werden. Den Schluss bilden einige Bemerkungen über die wissenschaftliche Unverwertbarkeit der phänologischen Beobachtungen: der geringe Wert der sogenannten Temperatursummen wird hervorgehoben und ihre Ersetzbarkeit durch eine andere, freilich schwierigere Messung dargetan.

Enger zusammen gehören folgenden drei Arbeiten, wenn auch die erste und die dritte 17 Jahre auseinander liegen. Die erste berichtet: „Über eine neue Methode, das Wachstum der Pflanzen zu beobachten (Flora 1873, Bd. 56, S. 225—230). Die Methode besteht darin, Wurzeln in Glasröhren wachsen zu lassen und das horizontal gerichtete Mikroskop auf die fortrückende Wurzelspitze einzustellen; es lässt sich dann bestimmen, wieviel Teilstriche des Okularmikrometers in bestimmter Zeit durchlaufen werden, So dient diese Methode als gutes Demonstrationsverfahren und zugleich als Mittel, den Einfluss äusserer Einflüsse auf das Wachstum, besonders den der Temperatur, zu studieren. Bei gleicher Temperatur fand ASKENASY eine auffallend grosse Gleichmässigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit, zumal innerhalb kürzerer Zeiträume (1—2 Stunden).

Umfangreicher ist die zweite Abhandlung: „Über eine neue Methode, um die Verteilung der Wachstumsintensität in wachsenden Pflanzenteilen zu bestimmen" (Verhandlungen des Naturw.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. II, S. 70—153, Taf. II—V, 1180)[1]. Hier werden nicht Wurzeln, sondern Sprosse untersucht und die Wachstumsintensität durch Vergleichung der Länge der einzelnen Glieder oder Internodien in einer Weise berechnet, die etwas zu kompliziert ist, um hier beschrieben zu werden. Die Resultate seiner

1) Auch vorgetragen auf der Naturforscherversammlung zu München am 19. September 1877, referiert in der Botan. Zeitung 1878, S. 95—96.

Rechnungen sind in zahlreichen Tabellen und 16 Kurven niedergelegt. Am ausführlichsten erläutert er seine Methode an *Nitella flexilis*. Von Algen, über deren Längenwachstum er eine kurze Übersicht gibt, behandelt er ausserdem speziell *Callithamnion scopulorum* und *Polysiphonia* spec. Von Phanerogamen werden *Elodea*, *Hippuris*, *Myriophyllum*, *Aristolochia Sipho* und *Galium mollugo* untersucht. Bei *Nitella* und den phanerogamen Wasserpflanzen ergibt sich eine im Grossen und Ganzen regelmässige Verteilung der Wachstumsintensität.

Die dritte Arbeit handelt: „Über einige Beziehungen zwischen Wachstum und Temperatur“ (Berichte der deutschen bot. Gesellsch., Bd. VIII, 1890, S. 61—94)[1]. Als Versuchsobjekte dienen die Wurzeln von Maiskeimlingen; die Methoden der Versuchsanstellung und die dabei befolgten Vorsichtsmassregeln sind genau beschrieben, die Resultate sind in zahlreichen kleineren Tabellen niedergelegt, die daraus gezogenen Schlüsse sind in anziehender Weise zusammengestellt. Hier sei besonders betont, dass die ermittelten Beziehungen zwischen Wachstum und Temperatur nicht dafür sprechen, dass die ungleichen Wachstums-Intensitäten durch Turgoränderungen hervorgerufen werden; demgemäss könne die Dehnung der Zellhaut und deren Wachstum nicht das primäre sein, sondern sei bedingt und abhängig von dem Wachstum des Plasmas, freilich ohne genaue Erklärung der Übertragung der Wirkung.

An diese Arbeiten schliessen sich noch die zwei folgenden näher an, zunächst die „Über das Wachstum der Fruchtstiele von *Pellia epiphylla*“ (Vortrag auf der Naturforscherversammlung in Wiesbaden 1873, abgedruckt in der Botan. Zeitung 1873, Bd. 32, S. 237). Das Wachstum dieses Stieles zerfällt in zwei scharf getrennte Perioden; in der ersten führt in mehreren Monaten lebhafte Zellenvermehrung zu geringem Wachstum, auf 1—2 *mm*, in der zweiten führt in 3—4 Tagen starkes Längenwachstum ohne Zellenvermehrung zu einer Streckung auf 80 *mm*, wobei sich deutlich eine grosse Periode der Wachstumsgeschwindigkeit nachweisen lässt. Die morphologischen und chemischen Veränderungen, der Einfluss von gewöhnlichem und polarisiertem Licht werden dabei auch berücksichtigt.

Die andere Arbeit handelt ebenfalls über ein durch plötzliche Streckung hervorgerufenes Wachstum, nämlich das der Filamente in Grasblüten. Der Aufsatz „Über das Aufblühen der Gräser“ ist in den Verhandl. des Naturh.-med. Ver. zu Heidelberg 1879 veröffentlicht[2]. (N. F., II. Bd., 4. Heft, S. 261—273). ASKENASY's

1) Auch vorgetragen auf der Naturforscherversammlung in Heidelberg 1889 (s. Tageblatt dieser Versammlung S. 259—261).

2) Auch vorgetragen auf der Naturforscherversammlung zu Baden-Baden 1879, referiert in der Botan. Zeitung 1888, S. 142.

Beobachtungen über diese Erscheinung bestätigen die von GODRON 1873 veröffentlichten. Er gibt die Blütezeit genau an, betont die Kürze des Blühens und die Abhängigkeit desselben von der Öffnung der Spelzen. Er fand, dass man bei fast reifen Grasblüten nur die Spelzen auseinander zu biegen braucht, um zu sehen, wie die Filamente auswachsen. Wenn man aus solchen Blüten den Fruchtknoten mit den ansitzenden Staubgefässen herauslöst und auf einen Millimetermassstab bringt, so lässt sich die Wachstumsgeschwindigkeit direkt messen, und zeigt das grösste, bisher bekannte Mass: 3 *mm* in zwei Minuten bei *Triticum spelta.* Das Wachstum besteht nur in Zellstreckung und ist gleichmässig über die ganze Länge des Fadens verteilt.

Zugleich mit dieser Mitteilung veröffentlichte er eine ihr auch inhaltlich nahestehende „Über explodierende Staubgefässe“ (l. c. S. 274—281, mit Tafel 7). Die Beobachtungen sind besonders an *Parietaria erecta,* daneben auch an *Urtica dioica* und *Pilea serpyllifolia* ausgeführt und ergeben folgendes Resultat: „Das Explodieren der Staubgefässe von *Parietaria* beruht darauf, dass eine Hemmung entfernt wird und damit das turgeszierende, elastische, zusammengedrückte Gewebe der Vorderseite des Staubfadens seiner Spannung freien Lauf lassen kann. Die Hemmung liegt in dem Anhaften der Anthere an der Basis des Staubfadens und ist nicht nur durch den Druck, sondern auch durch ein gewisses „Ankleben“ veranlasst.

Jetzt ist noch eine Abhandlung zu erwähnen, auf die schon oben, bei Besprechung von *Callitriche,* hingewiesen worden ist, nämlich „Über den Einfluss des Wachstumsmediums auf die Gestalt der Pflanzen“ (Botan. Zeitung 28, 1870, S. 193—201, 209—219, 225—232, Taf. III—IV). Diesen Einfluss studiert er an den verschiedenen Formen von *Ranunculus aquatilis* und *divaricatus*, wie sie sich in der Natur finden und sich bei verschiedenen Kulturbedingungen entwickeln. Es ist bekannt, dass die Wasser- und Landformen verschiedene Blätter bilden, „doch tragen alle die verschieden geformten Blätter in ihrer ersten Dreiteilung einen gemeinsamen Charakter und sind in ihrer ersten Entwicklungsperiode äusserst ähnlich“, in einigen Fällen sind sie geradezu identisch, und so besitzen sie das latente Vermögen zur Entwickelung nach zwei sehr verschiedenen Richtungen hin, von denen die eine oder die andere eintritt, je nachdem bestimmte äussere Bedingungen obwalten, hier also Luft oder Wasser. ASKENASY spricht dabei schon eine Ansicht aus, die jetzt nach den Untersuchungen von DE VRIES über die Mutation immer mehr an Boden gewinnt: „dass die Bildung neuer Arten mitunter erfolgen kann, auch ohne Hilfe einer grossen Zahl allmählich und stufenweise verschiedener Varietäten“. „Ob es“ — fügt er der Anmerkung hinzu — „ausserhalb der sexuellen Sphäre und ausserhalb der

direkten Einwirkung äusserer Umstände Pflanzen gibt, die zwei oder mehr verschiedene nicht erbliche Typen in sich vereinigen, weiss ich nicht, halte es aber für nicht unwahrscheinlich".

Die späteren physiologischen Arbeiten ASKENASY's beschäftigen sich mit einem der schwierigsten Probleme der Botanik, mit der Wassersteigung in den Pflanzen. In dem ersten hierher gehörigen kleinen Aufsatz aber haben wir gleich eine derartige Lösung der so vergeblich erörterten Frage, dass sie besser als alle anderen versuchten Lösungen mit den Erscheinungen in der Pflanze selbst und mit den allgemeinen Gesetzen der Physik im Einklang steht. Diese Arbeit, unter dem Titel „Über das Saftsteigen" ist veröffentlicht in den Verhandlungen des naturhist.-med. Ver. zu Heidelberg. N. F., Bd. V, S. 325—345, erschien aber schon am 12. Februar 1895; ihr Inhalt ist etwa folgender:

In seinen „Leitungsbahnen" war STRASBURGER zu dem wichtigen Ergebnis gelangt, dass das Wasser auch in toten Stämmen höher als 10 *m* steigen kann. Auf den Versuchen dieses Autors sowie auf denen BÖHM's baut Verf. hauptsächlich seine Theorie auf. Unter der vorläufig gemachten Annahme, dass in den Leitungsbahnen zusammenhängende Wassersäulen vorhanden seien, werden diese durch die Kohäsion des Wassers und die Adhäsion an den Wänden am Sinken verhindert. Gehoben werden sie durch die osmotische Kraft der Zellen an den verdunstenden Teilen, und diese osmotische Kraft kommt zustande, indem das Wasser aussen verdunstet und dafür neues durch die Imbibitionskraft der Membran aus den Zellen nachgesaugt wird. Andererseits setzt sich der Zug der Wassersäulen in den Leitungsbahnen bei den lebenden Zellen der Wurzeln wieder in osmotische Kraft um, und diese bewirkt die Aufnahme aus dem Erdboden. Dieser Zug von oben scheint auch für das Aufsteigen des Wassers in den Wurzeln von grösserer Bedeutung zu sein, als der sogenannte Wurzeldruck. Da die Kohäsion des Wassers nach der Ansicht des Verf. von grosser Bedeutung für die Saftleitung ist, so behandelt er dieselbe vom physikalischen Standpunkte her noch eingehender. Es kommt nun darauf an, zu zeigen, dass die Kohäsion des Wassers in den Leitungsbahnen und seine Adhäsion an ihren Wänden auch noch wirksam ist trotz der Anwesenheit der Gasblasen, welche sich ja in Wirklichkeit in den Wassersäulen finden. Hier tritt als Erklärung die von STRASBURGER und VESQUE gemachte Beobachtung ein, dass zwischen den Gasblasen und der Membran sich noch eine Wasserschicht befindet, die auch wirklich an den Gasblasen vorbeifliesst. Dass ein solches Verhalten mit den Lehren der Physik nicht im Widerspruch steht, wird noch besonders nachgewiesen, um die Einwände SCHWENDENER's zu entkräften. Es ist eben zu beachten, dass die wasserdurchtränkten Röhren in der

Pflanze sich ganz anders verhalten als nur benetzbare Glaskapillaren. „Der Zug, den SCHWENDENER in der lebenden Pflanze vermisst, rührt von der Verdunstung der Blätter her und wird durch die Kohäsion des Wassers nach unten geleitet", also auch an den Gasblasen vorbei. Sehr wichtig dafür sind die rinnenartigen Vertiefungen und die schraubenlinigen Verdickungsbänder in den Wänden von Tracheen und Tracheiden, ihre Bedeutung wird uns nur dadurch klar, dass wir sie als Mittel betrachten, durch welche dem Wasser der Weg zum Vorbeifliessen an den Gasblasen gewiesen, die Kohäsion der Wasserbahn gesichert wird.

Ein Jahr später erschienen die „Beiträge zur Erklärung des Saftsteigens" (l. c. S. 429—448, ausgegeben den 30. April 1896). Hier zeigt er, wie es ihm gelungen ist, die beiden Kräfte, Imbibition und Kohäsion, an einem Apparate so in Wirkung treten zu lassen, dass er den in der Pflanze vorhandenen Verhältnissen entspricht, und dabei eine den Barometerstand beträchtlich übersteigende Hubhöhe zu erreichen. Er benutzte dazu 90 *cm* bis 1 *m* lange Glasröhren, die oben in einen Trichter von 3—3,5 *cm* Durchmesser endigten; dieser war mit einem Gipspfropfen erfüllt oder auch ganz mit Gips überzogen. Der Gips stellt die Membranen des Blattes dar, welche das Wasser verdunsten und immer neues nachsaugen, das Glasrohr die Holzgefässe der Pflanze, in denen das Wasser aufsteigt. Unter gewissen Vorsichtsmassregeln wird nun das Rohr mit Wasser gefüllt, mit dem offenen Ende in eine Schale mit Quecksilber gestellt und in senkrechter Haltung befestigt. Sowie nun das Wasser durch den Gips verdunstet, wird es weiter aufgesogen und das Quecksilber steigt nach. In dem einen Versuch stieg das Quecksilber in ca. 33 Stunden auf 82 *cm* (6 *cm* über den Barometerstand), in dem andern in 26 Stunden auf 89 *cm* (14 *cm* über den Barometerstand). Diese Resultate sind jedenfalls ein sehr bemerkenswerter Beweis für die Richtigkeit der Theorie des Verfassers. Nach verschiedenen Erörterungen hebt er als das Wichtigste hervor, dass die Grösse der Imbibitionskraft der Zellwände wirklich ausreicht, um das Aufsteigen des Wassers, unter Voraussetzung von dessen Kohäsion, in den Pflanzen zu bewirken. Jedoch unterlässt er nicht, am Schlusse auf die Lücken aufmerksam zu machen, die zur vollständigen Klarlegung des Theorie des Saftsteigens noch auszufüllen sind.

Zu einer ganz ähnlichen Lösung der besagten Frage waren fast gleichzeitig mit ASKENASY die Engländer DIXON und JOLY gekommen. Dass ihm aber die Priorität gebührt, hat er in der Besprechung der Arbeit von COPELAND (The Rise of the Transpiration Stream) in der Botan. Zeitung 1903, II, S. 177, gezeigt, wo er auch die Angriffe verschiedener anderer Physiologen auf seine Theorie abzuwehren sucht.

An die physikalischen Versuche, die hier zur Lösung einer so wichtigen botanischen Frage unternommen worden waren, knüpfen, wenn auch lose, diejenigen an, auf denen die letzte Publikation beruht: „Kapillaritätsversuche an einem System dünner Platten“ (Verhandl. des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. VI, S. 381—411, veröffentlich am 30. November 1900). Eine besondere Anregung dazu hatte er, wie er selbst gesteht, durch seinen Freund BÜTSCHLI erhalten, der sich ja mit seinen Untersuchungen über die Struktur des Protoplasmas, der Sphärokristalle und Stärkekörner auch ganz auf physikalisches Gebiet begeben hatte.

Die Kapillaritätsversuche gehen aus von einer Differenz zwischen den Angaben von PFEFFER und SCHWENDENER, von denen der erstere gesagt hatte, dass in einem System sich berührender Glasplättchen mit dem kapillaren Eindringen von Wasser der Abstand der Plättchen vermehrt werde, während der letztere die entgegengesetzte Wirkung beobachtet hatte. ASKENASY unternahm es nun, die Erscheinungen, die sich beim Eindringen von Flüssigkeit in ein System dünner Platten abspielen, genauer zu beobachten. Er arbeitete mit Deckgläschen und einem ZEISS'schen Deckglastaster unter sorgfältiger Beobachtung aller Vorsichtsmasssregeln. Wir wollen hier nur das eine Resultat erwähnen: „Wird einem System trockener Deckgläschen Wasser zugeführt, so findet Zusammenziehung statt, geschieht dasselbe bei einem solchen System, wenn es sich infolge der Verdunstung auf das Minimum zusammengezogen hat, so erfolgt Ausdehnung.“ Auf die Versuche mit Alkohol, mit Glimmerplättchen und auf die theoretischen Erörterungen und Folgerungen können wir hier nicht eingehen. Zuletzt hatte ASKENASY eine Arbeit über die Quellung unternommen, über welchen Gegenstand er auch in der Senckenbergischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. am 22. März 1902 einen Vortrag gehalten hat (vergl. Bericht dieser Gesellschaft, 1902, S. 162). Da das Manuskript schon ziemlich weit gediehen ist, so wird es vielleicht noch von berufener Hand herausgegeben.

Wie schon erwähnt, war es neben dem Gebiet der Physiologie das der Algologie, auf dem ASKENASY tätig war und Bedeutendes geleistet hat: auf beiden Gebieten war ja noch viel zu tun und sie reizten durch die Schwierigkeit der Beobachtung; zudem brachte ASKENASY den Kryptogamen ein besonderes Interesse entgegen, das speziell für die Algen vielleicht noch erhöht wurde durch Aufenthalte an der See und seine Reise nach Teneriffa.

Die erste algologische Arbeit brachte gleich eine interessante Entdeckung. In seinen „Beiträgen zur Kenntnis der Gattung *Ectocarpus*“ (Botan. Ztg. 27, 1869, S. 785—790, Taf. XI), einer Frucht seines Aufenthaltes in Ostende, beschreibt er zunächst eine neue Art: *Ectocarpus ostendensis*, bei der in einem mehrfächerigen Sporangium

aus 6—20 Zellen ebenso viele membranumhüllte und bewegungslose Sporen entstehen, die durch Platzen der Sporangiumwände frei werden oder schon im Sporangium auskeimen: ein solcher Fall war für *Ectocarpus* noch nicht beschrieben worden[1]). In demselben Aufsatz wird für *Ectocarpus patens* (Ktz.)? (= *E. confervoides* (Roth) Le Jol. forma) die Entwicklung und Entleerung der Zoosporen beschrieben; ob die beiden, sich sehr ähnlichen Formen zu einander gehören, lässt ASKENASY zweifelhaft. Dass hier auch der braune Farbstoff der Phaeosporeen behandelt wird, haben wir bereits erwähnt.

Ebenso wurde schon gesagt, dass der dritte Aufsatz seiner Habilitationsschrift algologischen Inhalts ist: er handelt „Über eine neue Meeresalge, *Rhodopeltis Geyleri.*" Verfasser hatte sie im Herbarium der SENCKENBERG'schen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. an einem peruanischen *Codium* gefunden. Die Alge war schon von AGARDH und KÜTZING beschrieben worden, aber nicht in richtiger Weise, und deshalb glaubte ASKENASY eine neue vor sich zu haben. FALKENBERG beschrieb sie 1880 unter dem AGARDHschen Namen *Placophora Binderi,* aber erst GOEBEL erkannte 1889 (Flora Bd. 72), dass diese mit *Rhodopeltis Geyleri* identisch sei und überzeugte sich davon an dem Originalmaterial ASKENASY's, der diese Identität schon vermutet hatte[2]).

Da ASKENASY als Algenforscher auch dadurch bekannt war, dass er seit 1873 für den botanischen Jahresbericht (also seit dessen Bestehen) über die Algenliteratur (exklusive Diatomeen) referierte, so wurde ihm das Material von Algen anvertraut, das bei der Expedition der „Gazelle" gesammelt worden war[3]).

---

1) BORNET sagt darüber (Note sur quelques *Ectocarpus*, Bull. de la Soc. bot. de France 1891, p. 5—6): „M. ASKENASY a donné . . . une description qui n'a pas été aussi remarquée qu'elle le méritait; en effet, elle mettait en lumière, pour la première fois, un mode de multiplication jusqu'alors inconnu chez les *Ectocarpus*. La concordance complète des observations de M. ASKENASY avec celles que nous avons faites à plusieurs reprises, G. THURET et moi, depuis 1853, sur *l'Ectocarpus pusillus*, rendait vraisemblable que les *E. ostendensis* et *pusillus* étaient très voisins sinon identiques. Avec son obligeance habituelle, M. ASKENASY a bien voulu me communiquer les préparations qui avaient servi à ses études, et j'ai pu constater que les deux algues appartenaient à la même espèce." Diese Art ist also *Ectocarpus pusillus* Griff., von BORNET 1891 in der genannten Arbeit zu *Acinetospora* gestellt.

2) Zur Synonymie, vergl. DE TONI, Sylloge Algarum, vol. IV, p. 104.

3) Das Schiff „Die Gazelle" war von der deutschen Admiralität ausgesandt, um einige Gelehrte zur Betrachtung des am 8. Dezember 1874 erfolgenden Vorüberganges der Venus an der Sonnenscheibe nach den Kerguelen-Inseln zu bringen und gleichzeitig naturwissenschaftliche Beobachtungen zu machen. Stabsarzt Dr. F. NAUMANN hatte es übernommen, Pflanzen zu sammeln und botanische Beobachtungen anzustellen; er gibt einige interessante Berichte in der Zeitschr. der Ges. für Erdkunde zu Berlin, 11. Bd. 1876, S. 74—78, 128—131, 137—142. Von den wissenschaftlichen Bearbeitungen des Materials enthält Band IV die Botanik, herausgegeben von A. ENGLER 1889.

Er bearbeitete dieses interessante Material sehr genau und nahm zur Unterstützung, besonders zur Herstellung und Zeichnung der Präparate von Ostern 1884 bis Ostern 1885 mich als Assistenten an. Das Resultat dieser grossen Arbeit erschien unter den Forschungsresultaten der „Gazelle“ (IV. Teil: Botanik, redigiert von Prof. A. ENGLER) als ein Quartheft von 58 Seiten mit 12 Tafeln: „Algen, mit Unterstützung der Herren E. BORNET, A. GRUNOW, P. HARIOT, M. MÖBIUS, O. NORDSTEDT bearbeitet von E. ASKENASY.“ NORDSTEDT hatte dabei die Bearbeitung der Characeen und Conjugatae, GRUNOW die der Gattungen *Sargassum*, *Cystophyllum* und *Carpophyllum* übernommen, der übrige Text ist von ASKENASY geschrieben. Die Kenntnis mancher interessanten und schwierigen Gattungen, wie *Dictyosphaeria*, *Halimeda*, *Caulerpa*, *Ectocarpus*, *Galaxaura*, *Marchesettia* usw., ist durch eingehendes Studium der gefundenen Arten sehr wesentlich gefördert worden.

In demselben Jahre, in dem die Gazelle-Algen erschienen, gelang es ihrem Verfasser, die Entwicklung der interessanten kleinen Alge *Pediastrum* ziemlich aufzuklären. In der Abhandlung „Über die Entwicklung von *Pediastrum*“ (Ber. der deutschen bot. Ges. 1888, Bd. VI, S. 127—137, Taf. VI) zeigt er, dass, wie PRINGSHEIM vermutet hatte, gewisse *Polyedrium*-Formen zu *Pediastrum* gehören, insofern als aus den ersteren Makrogonidien entstehen, die sich zu einem *Pediastrum* vereinigen. Es wurde auch die Bildung von Mikrogonidien aus *Pediastrum*-Zellen beobachtet und die Kopulation und Bildung von Zygosporen aus diesen Schwärmern. Wie die Zygoten, wahrscheinlich durch Vermittelung von Schwärmern, zu *Polyedrium*-Formen werden, ist leider immer noch unbekannt.

1892 gab ASKENASY in Verbindung mit F. FÖRSTER unter dem Titel „Beiträge zur badischen Algenflora“ (Mitteil. des bad. bot. Vereins 1892, Nr. 101, S. 1—4) ein systematisch geordnetes Verzeichnis der von den Verfassern auf gemeinsamen Exkursionen in die Pfalz gesammelten Algen, sowie solcher aus dem badischen Oberland heraus; darin wird eine neue Art, *Mischococcus simplex*, beschrieben.

Eine Sammlung australischer Algen, die meist aus Brisbane stammen und von Herrn F. M. BAILEY geschickt waren, wurde so zwischen uns geteilt, dass ASKENASY die Meeresalgen, ich die des Süsswassers übernahm. Des ersteren Arbeit erschien unter dem Titel „Über einige australische Meeresalgen“ in der Flora 1894, Bd. 78., S. 1—18 mit Taf. I—IV. Nur 18 Arten sind aufgeführt, einige von ihnen aber ausführlich behandelt, wie *Merismopedia revolutiva* n. sp., *Cladophora fertilis* n. sp., *Acetabularia Calyculus*, *Ectocarpus*-Arten u. a. BAILEY hat 1895 den Text der ASKENASYschen Arbeit ins Englische übersetzt und die Tafeln reproduziert zugleich mit einer Bearbeitung der Süsswasseralgen (Contributions

to the Queensland Flora. Queensland, Department of Agriculture, Brisbane. Botan. Bulletin Nr. XI, Jahrg. 1895, 8°, 69 p., 17 pl.)

Ferner wurde 1896 eine Liste der von den Cap-Verdischen Inseln bekannten Meeresalgen veröffentlicht, und da dieselbe sich, ausser auf früher gemachte Sammlungen und Bestimmungen, auf eine neue von J. CARDOSO gemachte und von HENRIQUES ihm übermittelte Sammlung gründete, wurde sie im Boletim da Societa Broteriana XIII, 1896, S. 1—26 und zwar in französischer Sprache abgedruckt: „Enumeration des Algues des îles du Cap vert.“ Hier werden ungefähr 140 Arten, unter denen keine neuen sind, aufgezählt und zu einigen zweifelhaften oder bemerkenswerten längere Anmerkungen oder Beschreibungen hinzugefügt.

Schliesslich erschien 1897 eine kleine Notiz von ihm in Gemeinschaft mit W. SCHMIDLE: „Algologische Notizen Nr. VII“ (Allgem. botan. Zeitschr. für Systematik etc. 1897, S. 2—3), in der die von den Verfassern kurz vorher neu aufgestellte *Dasya Lauterbachii*[1]) als zur Gattung *Bostrychia* gehörig bezeichnet wird.

Im botanischen Jahresberichte hat ASKENASY bis zum Bericht für das Jahr 1883 das Referat über Algen gehabt und damit auch eine ziemlich grosse Arbeit in diesem Gebiete geleistet.

Sehr viel hat er sich mit der Anlegung, Vermehrung und Ordnung seines Algenherbariums beschäftigt, sodass er es zu einer recht bedeutenden Sammlung gemacht hat, die mehrfach für bestimmte Gruppen von seinen Fachgenossen in Anspruch genommen wurde. Sie ist jetzt durch die gütige Vermittelung seines Bruders, des Herrn Ingenieurs A. ASKENASY, in den Besitz der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft samt den Sammlungen anderer botanischer Objekte übergegangen, während die reichhaltige Bibliothek dem botanischen Institut in Heidelberg übergeben worden ist.

Nachdem wir so ASKENASY's Leistungen in der Physiologie und Algologie kennen gelernt haben, gilt es noch einer Schrift von ihm zu gedenken, die ihn in der Behandlung grösserer naturphilosophischer Probleme als scharfsinnigen und leidenschaftlosen Forscher erscheinen lässt. Diese Schrift, die einzige, die ausser seiner Habilitationsarbeit selbstständig erschienen ist, heisst „Beiträge zur Kritik der DARWIN'schen Lehre“ (Leipzig, bei WILHELM ENGELMANN, 1872, 8°, 113 Seiten). Es handelt sich in ihr wesentlich darum, ob bei der Betrachtung der Verhältnisse in der Pflanzenwelt sich die DARWIN'sche Lehre von der Entstehung der Arten annehmen lässt, oder ob die NÄGELI'sche Erklärung, wie dieser sie in seiner Abhandlung „Über Begriff und Entstehung der naturhistorischen Art“

---

1) W. SCHMIDLE, Epiphylle Algen nebst einer *Pitophora* und *Dasya* aus Neu-Guinea. (Flora 1897, Bd. 83, S. 304—326 mit 4 Fig.).

darlegt, eine bessere ist. Wenn sich nun ASKENASY hier entschieden auf die Seite NÄGELI's stellt und zeigt, wie die DARWIN'schen Spekulationen eigentlich jeder empirischen Grundlage entbehren, so werden wir dies um so höher schätzen müssen, wenn wir bedenken, dass 1871 die grössere Anzahl der Naturforscher noch in einer Überschätzung der DARWIN'schen Theorien befangen war, die jetzt bei den Botanikern wenigstens schon längst glücklich überwunden ist. ASKENASY zeigt zunächst in klarer Weise, dass die variierenden Pflanzen und Tiere keineswegs in so allgemeiner und allseitiger Weise variieren, wie es die DARWIN'sche Annahme erfordert, und führt als sehr gutes Beispiel die Blütenfarbe an. Ferner legt er dar, wie das Pflanzenreich keine solche Gliederung zeigt, wie die DARWIN'sche Theorie es verlangt: es ist dies „so augenfällig, dass man sich wundern muss, wie diese Theorie (der ausschliesslichen oder vorwiegenden Bedeutung der natürlichen Zuchtwahl für die Ausbildung der organischen Formen) so lange Zeit von zahlreichen Forschern festgehalten werden konnte, auch nachdem NÄGELI in seiner Schrift . . . (s. oben) . . . deren Unzulänglichkeit ausführlich begründet hatte.“ Andererseits „ist es in keiner Weise zu bezweifeln, dass in den verschiedenen grossen Abteilungen des Pflanzenreichs eine Entwickelung vom Unvollkommenen zum Vollkommenen stattgefunden hat, wie dies NÄGELI annimmt.“

Keineswegs führt aber ASKENASY blos die Gedanken NÄGELI's aus, sondern zeigt in ganz origineller Art, „dass die bestimmt gerichtete Variation die wahre Ursache der Entstehung der natürlichen Abteilungen ist, wobei allerdings zugestanden werden muss, dass man die Frage nach der Ursache, warum eben die Pflanzen nach bestimmten Richtungen variieren, keineswegs mit Hülfe unserer jetzigen Kenntnisse zu beantworten imstande ist. Jedoch gibt auch die DARWIN'sche Lehre nur anscheinend eine vollständigere Erklärung als die eben dargestellte Ansicht, denn sie vermag die richtungslose Variation eben so wenig zu erklären wie in ihrer Existenz nachzuweisen. Die natürliche Züchtung aber „hat bei der Bildung der charakteristischen Gestalt der Arten und anderen natürlichen Abteilungen nur eine sekundäre und nicht wesentliche Bedeutung gehabt.“ Wir können hier nicht den ganzen Gedankengang dieser Schrift verfolgen, wir weisen nur noch darauf hin, wie Verfasser näher eingeht „auf die Art, wie die verschiedenen Individuen ihre gesammte Gestalt ändern“ und auseinandersetzt „auf welche Weise die Anordnung derselben in Familien, Gattungen, Arten u. s. f. im Einzelnen erfolgt ist“. Hierbei wird manches interessante Problem berührt, z. B. die Bedeutung der Kreuzung zu erklären versucht, und mancher geistreiche Gedanke ausgesprochen.

Als DARWIN diese Schrift vom Verfasser erhalten hatte, ant-

wortete er diesem in einem langen Brief mit Worten der Anerkennung über die sachliche und wertvolle Kritik.

Es bleiben nur noch zwei kleine Arbeiten zu erwähnen übrig und zwar zunächst ein Referat von ASKENASY und BLOCHMANN „Über einen Ausflug nach den Alt-Rheinen zwischen Germersheim und Mannheim“ (Verh. d. naturhist.-med. Ver. zu Heidelberg, N. F., IV, S. 442—443, Sitzung vom 5. Juli 1889). Hier bespricht ASKENASY die dort gefundenen phanerogamen Wasserpflanzen, Arten von *Trapa*, *Limnanthemum*, *Nuphar*, *Ranunculus*, *Potamogeton* und *Hydrocharis*, während BLOCHMANN[1]) die Fauna behandelt.

Die andere Arbeit ist ein Nekrolog auf HERMANN THEODOR GEYLER [Berichte der Deutschen Bot. Ges., VII, 1889, S. (9)—(11)], der am 22. März 1889 als Dozent der Botanik am Senckenbergischen Institut in Frankfurt a. M. gestorben war und mit ASKENASY durch dessen Beziehungen zu Frankfurt in Verbindung gestanden hatte.

Bevor wir nun mit einem chronologischen Verzeichnis der Arbeiten ASKENASY's schliessen, sei im Anschluss an seine algologische Tätigkeit noch darauf hingewiesen, dass ihm zu Ehren mehrere Algen benannt worden sind. So wollte ich meinem verehrten Lehrer meine Dankbarkeit bezeugen und gab einer für eine neue Floridee des süssen Wassers gehaltenen Alge den Namen *Askenasya polymorpha*[2]). Diese Gattung konnte leider nicht bestehen bleiben, weil ihre Aufstellung auf einem Irrtum beruhte[3]). Dafür hat später W. SCHMIDLE[4]) (1902) die Gattung *Askenasyella* für eine zu den *Sciadiaceae* Borzì gehörende Alge aus der Gruppe der Protococcoideae aufgestellt, die bei Kaiserslautern gefunden wurde. Derselbe Autor, der mit ASKENASY viel verkehrte, hat noch zwei Arten nach ihm benannt, nämlich *Cosmarium Askenasyi* 1895 (Einige Algen aus Sumatra. Hedwigia 34, S. 304, Tab. 4, Fig. 7) und *Stigeoclonium Askenasyi* 1896 (Süsswasseralgen aus Australien, Flora, Bd. 82, S. 298 mit Textfigur). Ferner hat W. SCHEWIAKOFF, jetzt Professor in Petersburg, früher Assistent bei Prof. BÜTSCHLI in Heidelberg und damals ein Freund und Verehrer ASKENASY's eine mit *Stephanosphaera* nahe verwandte, in Australien gefundene Volvocinee als *Stephanoon Askenasyi* nov. gen. n. sp. bezeichnet. (Über die geographische Verbreitung der Süsswasserprotozoen. Mémoires de l'Acad. des Sciences de St.-Pétersbourg, VII^{e} Série, T. XLI, No. 8, p. 21, Tab. II, Fig. 22—23.)

---

1) Jetzt Professor der Zoologie in Tübingen, damals Assistent bei BÜTSCHLI in Heidelberg.

2) M. MÖBIUS, Über eine neue Süsswasserfloridee (Berichte der Deutschen Bot. Ges., 1887, Bd. V, S. LVI—LXIV, Taf. XIV).

3) Ebenda, Berichtigung (l. c., 1888, Bd. VI, S. 358—360).

4) Notizen zu einigen Süsswasseralgen (Hedwigia 41, S. 150—163).

Chronologisches Verzeichnis der Publikationen von E. Askenasy.

1. Beiträge zur Kenntnis des Chlorophylls. — Bot. Ztg. 25, 1867, S. 225—230, 233—238, Taf. V.
2. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Ectocarpus*. — Bot. Ztg. 27, 1869, S. 785—790, Taf. XI.
3. Über den Einfluss des Wachstumsmediums auf die Gestalt der Pflanzen. — Bot. Ztg. 28, 1870, S. 193—201, 209—219, 225—232 Taf. III—IV.
4. Beiträge zur Kritik der DARWIN'schen Lehre. — Leipzig (W. ENGELMANN), 1872, 8°, 113 Seiten.
5. Botanisch-morphologische Studien. — Frankfurt a. M. (MAHLAU u. WALDSCHMIDT), 1872, 8°, 50 Seiten und 6 Tafeln.
6. Über eine neue Methode das Wachstum der Pflanzen zu beobachten. — Flora 1873, Bd. 56, S. 225—230. Vorgetragen im naturhist.-med. Ver. Heidelberg am 6. März 1873.
7. Über das Wachstum der Stiele von *Pellia epiphylla*. — Verhandl. der bot. Sektion der Naturforscherversammlung in Wiesbaden 1873, in Bot. Ztg. 32, 1874, S. 237.
8. Über die Temperatur, welche Pflanzen im Sonnenlicht annehmen. Bot. Ztg. 33, 1875, S. 441—444.
9. Über die Zerstörung des Chlorophylls durch das Licht. — Bot. Ztg. 33, 1875, S. 457—460, 473—481, 496—499.
10. Über den Einfluss des Lichtes auf die Farbe der Blüten. — Bot. Ztg. 34, 1876, S. 1—7, 27—31.
11. Über die jährliche Periode der Knospen. — Bot. Ztg. 35, 1877, S. 793—815, 817—832, 833—848, Taf. XV—XIX.
12. Über eine neue Methode, um die Verteilung der Wachstumsintensität in wachsenden Pflanzenteilen zu bestimmen. — Verh. des naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F., Bd. II, S. 70—153, Taf. II—V, 1877.
13. Über das Aufblühen der Gräser. Über explodierende Staubgefässe. — Verh. des naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F., Bd. II, S. 261-282, 1879.
14. Algen. — Forschungsreisen S. M. S. „Gazelle", IV. Teil: Botanik, S. 1—58, Taf. I—XII, Berlin 1888.
15. Über die Entwicklung von *Pediastrum*. — Ber. der Deutschen Bot. Ges., VI, 1888, S. 127—138, Taf. VI.
16. ASKENASY und BLOCHMANN, Über einen Ausflug nach den Alt-Rheinen zwischen Germersheim und Mannheim. — Verh. des naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N.F., Bd. IV, S. 442—443, Sitzung vom 5. Juli 1889.
17. Hermann Theodor Geyler. Nekrolog. — Ber. der Deutschen Bot. Ges., VII, 1889, S. (9)—(11).

18. Über einige Beziehungen zwischen Wachstum und Temperatur. — Ber. der Deutschen Bot. Ges., VIII, 1890, S. 61—94.
19. Askenasy und F. Förster, Beiträge zur badischen Algenflora. — Mitth. des bad. bot. Ver., 1892, No. 101, S. 1—4.
20. Über einige australische Meeresalgen. — Flora, Bd. 78, 1894, S. 7—18, Taf. I—IV.
21. Über das Saftsteigen. — Verh. des naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F., Bd. V, S. 325—345, ausgegeben am 12. Februar 1895.
22. Beiträge zur Erklärung des Saftsteigens. — Verh. des naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F., Bd. V, S. 429—448, ausgegeben am 30. April 1896.
23. Énumeration des Algues des îles du Cap vert. — Bol. Soc. Broteriana, XIII, 1896, p. 1—26.
24. Askenasy und W. Schmidle, Algologische Notizen, No. VII. — Allgem. bot. Zeitschr. für Systematik usw., 1897, S. 2—3.
25. Kapillaritätsversuche an einem System dünner Platten. — Verh. des naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F. Bd. VI, S. 381—411, ausgegeben am 30. November 1900.

Mitteilungen.

I. M. Koernicke: Der heutige Stand der pflanzlichen Zellforschung[1].

Eingegangen im Oktober 1903.

Wohl auf keinem Gebiet der Botanik ist in den letzten Jahren mehr gearbeitet worden, als auf dem der Zellenlehre, die unter dem Namen der Cytologie schon eine Wissenschaft für sich geworden ist. Die Literatur hierüber schwillt von Jahr zu Jahr derart an, dass für denjenigen Botaniker, der sich nicht direkt mit dem Gegenstand befasst, ihre Bewältigung ausgeschlossen ist. Diese Fülle des Materials liess es mir auch geboten erscheinen, meinen Bericht möglichst auf einen Teil der Aufgabe und zwar auf den morphologischen zu beschränken[2].

1) Zum Teil vorgetragen auf der Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft am 22. September 1903.

2) Über den physiologischen Wert der einzelnen Zellbestandteile und die darüber erschienenen Arbeiten geben in vortrefflichster Weise Pfeffer's Pflanzenphysiologie,

Gefördert, ja zum Teil unmittelbar veranlasst, wurde der Arbeitseifer auf dem Gebiet der Cytologie durch den gewaltigen Aufschwung, den die Technik bei der Behandlung der Präparate nahm. Besonders der Einführung des Mikrotom- und feineren Färbeverfahrens in die botanische Mikrotechnik sind die meisten Errungenschaften zu danken, die in den letzten Jahren in der Cytologie gezeitigt worden sind.

Wohl hat sich mancher Widerspruch gegen die Anwendung der mikrotechnischen Hilfsmittel erhoben. Im besonderen ist von ALFRED FISCHER scharfe Kritik an den gebräuchlichen Fixierungs- und Färbemethoden geübt worden, und trotz der in manchen Punkten übermässigen Schärfe dieser Kritik[1]), bleibt das Buch FISCHER's: Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas[2]) schon aus dem Grunde von grossem Wert für den Cytologen, weil es ihn zu fortwährender Selbstkritik anhält. Dabei sind aber die mikrotechnischen Methoden als Hilfsmittel beim Eindringen in die feinen Details der cytologischen Objekte nicht zu unterschätzen, und das allzu skeptische Verhalten FISCHER's den mit ihrer Hilfe erzielten Forschungsergebnissen gegenüber erscheint kaum als berechtigt, wenn man die Art und Weise in Betracht zieht, auf welche ein gewissenhafter Zellforscher zu seinen Resultaten kommt. Wenn irgend möglich, stellt er seine Untersuchungen zunächst am lebenden Objekt an und vervollständigt sie durch die Beobachtungen an fixiertem und gefärbtem Material. Allerdings kann er in der Mehrzahl der Fälle nur aus letzterem ein Urteil fällen; da hilft ihm jedoch der kritische Vergleich zwischen den Bildern, die er von ein und demselben Objekt nach den verschiedensten Fixierungen[3]) und Färbungen erhielt. Erst wenn sich dabei Übereinstimmungen zeigten, wenn ihm ferner noch bei anderen ebenso behandelten Objekten Bilder entgegentraten, die den vorher gewonnenen gleichen, dann zieht er seine Schlüsse.

Das Cytoplasma.

Am ehesten Berechtigung hat die FISCHER'sche Kritik in der Frage nach dem Bau des **Cytoplasmas.** Hier ist, wie auch STRAS-

II. Aufl., und HABERLANDT's Physiologische Pflanzenanatomie, II. Aufl., Aufschluss. Eine dankenswerte Zusammenfassung unserer Kenntnisse über die Zellchemie gibt W. MAGNUS in dem entsprechenden Artikel der Encyklopädie der mikroskopischen Technik, Bd. II, 1903, S. 1365 ff.

1) Vgl. hierzu u. a. M. HEIDENHAIN, Über chemische Umsetzungen zwischen Eiweisskörpern und Anilinfarben. Arch. für die gesamte Physiol., Bd. XC, 1902, S. 116 ff.

2) Jena, bei GUST. FISCHER, 1899.

3) Vgl. über die Brauchbarkeit der Fixierungsmittel neben dem citierten Werk von ALFR. FISCHER auch W. v. WASIELEWSKI, Über Fixierungsflüssigkeiten in der botanischen Mikrotechnik. Zeitschr. für wiss. Mikroskopie, Bd. XVI, 1899, S. 303.

BURGER zugibt[1]), dessen diesbezüglicher Standpunkt heute von den meisten Botanikern geteilt wird, „die Grenze zwischen vorgebildeter Struktur und Artefact besonders schwer zu ziehen. In dem Cytoplasma werden ganz besonders Fällungen aus vorhandenen Eiweisslösungen eine Rolle spielen und oft Gerinnungsbilder liefern, die kaum von den vorgebildeten Strukturen zu unterscheiden sind". STRASBURGER wird aber durch seine und die Untersuchungen anderer bestimmt, daran festzuhalten, dass das Cytoplasma aus Filar- oder Kinoplasma und Alveolar- oder Trophoplasma aufgebaut wird, und dass beide als besondere Bestandteile des Cytoplasmas zu gelten haben[2]).

Besonders die cytologischen Studien aus dem Bonner botanischen Institut[3]) waren es, in welchen diese Verhältnisse klargelegt wurden.

Das Kinoplasma ist es, welches besonders bei der Kern- und Zellteilung aktiv eingreift. In seinem aktiven Zustand besitzt es fädige Struktur (Filarplasma). Es sollen die Fasern aus körnigen Kinoplasmaansammlungen hervorgehen[4]). Nach MOTTIER[5]) soll das Kinoplasma auch in Form eines feinen Netzwerks oder auch als homogene Flüssigkeit auftreten. Das übrige Plasma, Trophoplasma oder Nährplasma, verhält sich bei den Teilungsvorgängen passiv. Es besitzt Wabenbau (Alveolarplasma) und zeichnet sich durch seinen Reichtum an Körnchen und metaplasmatischen Einschlüssen aus[6]). Präparate, die nach dem FLEMMING'schen Dreifarbenverfahren mit Safranin-Gentianaviolett-Orange G tingiert werden, zeigen die kinoplasmatischen Bestandteile der Zelle, im Gegensatz zu den bräunlich erscheinenden trophoplasmatischen, blau bis violett gefärbt.

Kinoplasmatischer Natur sind nach STRASBURGER die Hautschicht, die Spindelfasern, ferner die Plasmastrahlungen um die Centrosomen und auch wohl diese selbst, die Cilien, schliesslich die Kernwand, während die übrigen cytoplasmatischen Teile der Zelle aus Trophoplasma bestehen; so gehören die Wände der Vacuolen dem Trophoplasma an, gehen doch die Vacuolen aus Waben des Alveolarplasma hervor, welche sich vergrössern, abrunden und zur Bildung grösserer Safträume mit einander verschmelzen[7]).

1) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich. Histolog. Beitr., Heft VI, 1900, S. 8.

2) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 144, 155.

3) Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX. 1897, S. 155 ff.

4) Vgl. BRADLEY MOORE DAVIS, Nuclear Studies on *Pellia*. Ann. of Bot., Vol. XV, 1901, S. 170, 171.

5) D. M. MOTTIER, Nuclear and cell division in *Dictyota dichotoma*. Ann. of Bot., Vol. XIV, 1900, S. 163 ff.

6) E. STRASBURGER, Die pflanzlichen Zellhäute. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXI, 1898, S. 516 ff.

7) Lehrbuch der Botanik von STRASBURGER, NOLL, SCHENCK, KARSTEN, VI. Aufl., S. 52. — E. STRASBURGER, Die pflanzlichen Zellhäute. Jahrb. für wiss.

Durch die Versuche von CHARLES F. HOTTES[1]) und FR. R. SCHRAMMEN[2]) wurde erwiesen, dass die Bildung von Kinoplasma durch hohe Temperaturen gefördert wird, bei abnorm niederen Temperaturen eine Hemmung erfährt, und dass diese Hemmung in deutlichster Weise sich zugleich auch in einem Zurücktreten der Spindelbildung sowie der Ausgestaltung von Kernwandungen und Hautschichten offenbart, also an allen jenen Bildungen bemerkbar macht, die STRASBURGER auf Grund anderweitiger Erfahrung für kinoplasmatisch erklärte[3]).

Besonders skeptisch der Kinoplasmatheorie gegenüber verhält sich E. ZACHARIAS[4]), der zumal das Vorhandensein von Spindelfasern auf Grund seiner und anderer Forscher an lebendem Material gemachten Beobachtungen bezweifelt und damit auch bestreitet, dass die Kern- und Zellteilungstheorien, die mit ziehenden und schiebenden Fasern rechnen, eine gesicherte Grundlage haben. BOVERI[5]) wandte sich gegen ihn mit der Angabe, „dass die an den Chromosomen ziehenden Fasern an manchen tierischen Objekten im Leben sichtbar seien, dass die Nichtsichtbarkeit im Leben kein Argument gegen ihre reale Existenz sei, und dass die an fixierten Objekten beobachteten Verhältnisse auf das vollkommenste der Annahme entsprechen, dass die Schwesterchromosomen mittelst der Fasern auseinandergezogen werden.“ Vielleicht werden sich bei entsprechenden Untersuchungen auch botanische Objekte finden lassen, bei welchen die Spindelfasern in der lebenden Zelle sichtbar sind. Weisen doch u. a. die Beobachtungen von LAUTERBORN[6]) an Diatomeen, von SWINGLE[7]) an Sphacelariaceen darauf hin, nach welchen kinoplasmatische Strahlungsfäden deutlich im lebenden Material zu erkennen waren. Erwähnt sei auch die Mitteilung von M. HEIDENHAIN, der im Cytoplasma der

---

Bot., Bd. XXXI, 1898, S. 521 ff. — A. C. HOF, Histologische Studien an Vegetationspunkten. Bot. Centralbl., Bd. LXXVI, 1898, S. 116.

1) In E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 143.

2) FR. ROL. SCHRAMMEN, Über die Einwirkung von Temperaturen auf die Zellen des Vegetationspunktes des Sprosses von *Vicia Faba*. Verh. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande. Jahrg. LIX, 1902, 1. Hälfte, S. 49.

3) Vgl. E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 143, 144.

4) Vortrag über Kinoplasma gehalten auf der Hamburg. Naturforscherversamml., 1901. Bericht in der Naturw. Rundschau 1901, S. 653, und Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XXI, 1903, S. 298.

5) Bericht über die Hamburger Naturforscherversamml. in Naturw. Rundschau, 1901, S. 653.

6) R. LAUTERBORN, Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen. Leipzig bei W. ENGELMANN, 1896, S. 67, und a. a. O.

7) W. SWINGLE, Zur Kenntnis der Kern- und Zellteilung bei den Sphacelariaceen, Cytologische Studien usw., Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, S. 333. — Auch NÄGELI hatte schon im Jahre 1844 die vom Kern ausstrahlenden Plasmafäden im lebenden Material erkannt und beschrieben. Zeitschr. für wiss. Bot. von M. J. SCHLEIDEN und C. NÄGELI, Bd. I, S. 74.

Kürbishaare schon im lebenden Zustande Waben und fibrilläre Bildungen erkennt[1]) und ebenfalls sei hingewiesen auf die Figuren DEMOOR's[2]) und DE WILDEMAN's[3]), welche in den nach dem Leben gezeichneten Kernteilungsstadien von *Tradescantia*-Haaren Fasern abbilden, wobei dahingestellt sein mag, ob die Bilder nach irgendwie alterierten Objekten hergestellt wurden. Zeigten sich doch auch STRASBURGER[4]) erst dann an den im Leben studierten Teilungsbildern der Endospermkerne von *Monotropa* die Spindelfasern und Verbindungsfäden, als die Untersuchungsobjekte abzusterben begannen.

STRASBURGER hatte sich zu diesem Punkte im Anschluss an die FISCHER'sche Kritik folgendermassen geäussert[5]): „Dass Spindelfasern . . . an sich Artefakte seien, lässt sich heute nicht mehr annehmen . . . Eine Frage der vergleichenden Untersuchung ist es aber, zu entscheiden, wie weit diese Spindelfasern . . . durch ein bestimmtes Fixierungsmittel deformiert worden sind. An der Realität bestimmter Teilungsbilder ist nicht zu zweifeln, wenn man sie mit Konstanz wiederkehren sieht, wenn man ihnen andererseits in ganz abweichender Form, doch wiederum mit zäher Übereinstimmung an anderen Objekten begegnet. Sicher können es doch nicht Wirkungen von Fällungen sein, die uns die Kernteilungen bei den Protozoën und niederen Gewächsen in ganz anderer Ausbildung als bei den höher organisierten Tieren und Pflanzen entgegenführen.“ Diese Ansicht wird denn auch heute von den meisten auf cytologischem Gebiet arbeitenden Botanikern geteilt, und so gelten die Spindelfasern als wirklich vorgebildete und nicht durch Fixierungsmittel hervorgerufene Strukturen.

In seinem schon mehrfach zitierten verdienstvollen Werk „Über Reduktionsteilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich“ geht STRASBURGER auch auf die Beziehungen zwischen Kinoplasma und Nukleolarsubstanz ein[6]). Aus seinen Untersuchungen[7]) ergab sich mit grosser Gewissheit, dass das Kinoplasma aus der Nukleolarsubstanz nach Bedarf schöpft und dass

1) M. HEIDENHAIN, Einiges über die sogenannten Protoplasmaströmungen. Sitzungsber. der phys. med. Gesellsch. zu Würzburg, 1897, Sep.-Abdr., S. 13.

2) DEMOOR, Contribution à l'étude de la Physiologie de la cellule. Arch. de Biol., 1894, Taf. 13.

3) DE WILDEMAN, Recherches au sujet de l'influence de la temperature sur la Caryocinèse. Extr. du journ. publ. par la soc. royale des sc. méd. et nat. de Bruxelles 1891.

4) E. STRASBURGER, Einige Bemerkungen zur Frage nach der doppelten Befruchtung bei den Angiospermen. Bot. Zeitg., 58. Jahrg, Sp. 299.

5) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung u. s. w., S. 7.

6) l. c., S. 124ff.

7) Ebenda, vgl. auch die früheren Mitteilungen in „Karyokinetische Probleme“. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXVIII, 1895, S. 167.

durch deren Aufnahme seine Tätigkeit erhöht wird. Entsprechende Angaben NĚMEC's[1]), ferner die Versuche von C. F. HOTTES[2]) bestätigen diese Annahme während V. HAECKER[3]) Zweifel gegen diese Rolle, welche der Nukleolarsubstanz hier zugeschrieben wird, äussert, indem er auf die Nukleolarmassen hindeutet, die bei manchen Objekten während der Kernteilung im Cytoplasma liegen bleiben, also nicht bei der Spindelbildung aufgebraucht werden. STRASBURGER entgegnete ihm auf Grund seiner Beobachtungen an Objekten mit extranukleären Nukleolen[4]), dass bei Überschuss von Nukleolarsubstanz nicht ihre Gesamtmasse zur Spindelbildung verwendet zu werden braucht[5]).

Was die Art und Weise der **Spindelbildung** angeht, so liegen hierüber eine grosse Anzahl von Untersuchungen vor. Nachdem GUIGNARD[6]) im Jahre 1891 die Spindelbildung besonders an Pollen- und Embryosackmutterzellen von *Lilium Martagon* fälschlich als von Centrosomen ausgehend geschildert hatte, war es zunächst BELAJEFF[7]), der durch einen im Jahre 1894 erschienenen wertvollen Beitrag unsere Kenntnisse über diesen Punkt wesentlich förderte. Er schilderte die Karyokinese in den Pollenmutterzellen von *Larix* und verschiedenen *Liliaceen*, bei welcher Gelegenheit er besonders die schon früher von STRASBURGER und anderen Forschern erwähnten, mehrpoligen Spindeln beschreibt und die Vermutung ausspricht, dass diese Bildungen Entwickelungsstadien der zweipoligen Spindeln seien, eine Vermutung, die sich, wie das Weitere zeigt, als richtig herausstellte. FARMER[8]), der sich gegen die Angaben von GUIGNARD wandte, und STRASBURGER[9]) folgten mit ihren Untersuchungen vorwiegend an Pollenmutterzellen von *Lilium* und *Larix*. In besonders hervorragender Weise jedoch wurden unsere Kenntnisse gefördert durch die schon erwähnten Cytologischen Studien aus dem Bonner botanischen In-

1) B. NĚMEC, Cytologische Untersuchungen an Vegetationspunkten der Pflanzen. Věstnik král. České společnosti nauk, XXXIII, 1897, S. 25. Derselbe, Zur Physiologie der Kern- und Zellteilung, Bot. Centralbl., Bd. LXXVII, 1899, S. 251. Ferner Derselbe, in Sitzungsber. der böhm. Gesellsch. der Wiss. 1899, Bd. XII, S. 8.

2) Vgl. in E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung u. s. w., S. 130.

3) VAL. HAECKER, Biol. Centralbl., Bd. XVII, 1897, S. 703, 704. Derselbe auch in „Praxis und Theorie der Zellen- und Befruchtungslehre“, 1899, S. 105 ff.

4) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung u. s. w., S. 129, 130.

5) Über die Nucleolen, vgl. im übrigen S. (110) ff.

6) L. GUIGNARD, Nouvelles études sur la fécondation. Annales des sc. natur. Botanique, 7. sér., T. XIV, 1891, S. 163 ff.

7) WL. BELAJEFF, Zur Kenntnis der Karyokinese bei den Pflanzen. Flora, Ergänzungsband 1894, S. 430.

8) BR. J. FARMER, Über Kernteilung in *Lilium*-Antheren, besonders in bezug auf die Centrosomenfrage. Flora, Bd. LXXX, 1895, S. 56.

9) E. STRASBURGER, Karyokinetische Probleme, Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXVIII, 1895, S. 151.

stitut[1]). An centrosomenlosem und centrosomenführendem Material wurden die Untersuchungen angestellt, und zwar waren es hauptsächlich die relativ grossen Pollen- und Sporenmutterzellen, welche zur Erforschung des Gegenstandes reizten. So untersuchte OSTERHOUT die Sporenmutterzellen von *Equisetum*, MOTTIER die Pollenmutterzellen von *Helleborus foetidus*, *Podophyllum peltatum*, *Lilium Martagon*, *Lilium candidum*, *Lilium umbellatum*, *Fritillaria persica* und zum Vergleich mit den Gymnospermen die Pollenmutterzellen von *Pinus Laricio*; JUEL wählte die Pollenmutterzellen von *Hemerocallis fulva* zur Untersuchung, HARPER die Asci von *Ersyiphe communis* und *Peziza Stevensoniana*, FAIRCHILD die Conidien und Zygosporen von *Basidiobolus ranarum*, STRASBURGER die Oogonien von *Fucus platycarpus*, *Fucus serratus* und *Fucus vesiculosus*. DEBSKI's Untersuchungen erstreckten sich auf die Spermatozoiden-Mutterzellen von *Chara fragilis*, auch auf die vegetativen Zellen dieser Pflanze, und SWINGLE wandte sich bei seinen Studien an Sphacelariaceen ausschliesslich den vegetativen Zellen zu. Die Ergebnisse, welche diese Forscher bezüglich der Spindelbildung zu Tage förderten, sind bestimmend für unsere heutige Auffassung über diesen Gegenstand geworden. Sie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Um den Kern, dessen Wandung, wie man mit STRASBURGER annimmt, aus Hautschicht (Kinoplasma) besteht, bildet sich in Sporen- oder Pollenmutterzellen ein Faserfilz von Kinoplasma aus, welcher durch zarte Fäden mit der äusseren Hautschicht der Zelle in Verbindung steht. Allmählich ordnen sich in diesem Filz eine Anzahl Fasern zu Polen an, die zum Teil die Hautschicht erreichen, zum Teil frei im Cytoplasma endigen. Neue Pole treten hinzu, sodass wir einen multipolaren Kinoplasmakörper vor uns haben. Unterdes hat sich die Kernwand aufgelöst, die Fasern sind in die Kernhöhle hineingedrungen und haben sich zum Teil an die aus dem Kernfaden herausgesonderten Chromosomen angesetzt (Zugfasern), zum Teil trafen sie mit solchen, die von entgegengesetzter Seite kamen, zusammen und verschmolzen zu fortlaufenden Fäden (Stützfasern). Mit fortschreitender Ausbildung der Spindelfigur schwindet der Nucleolus. Einige der zahlreichen Pole werden nunmehr eingezogen, andere treten zusammen derart, dass sie sich an zwei gegenüberliegenden Seiten des Kerns zu je einem Pol vereinigen, wodurch die typische zweipolige Spindelfigur erreicht wird. Die Pole der fertigen Spindel sind in vielen Fällen an der Hautschicht befestigt, anderenfalls erscheint die Spindel durch zahlreiche Kinoplasmafasern an ihr suspendiert.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass sich öfters auch

1) Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, 1897, S. 155.

innerhalb der Kernhöhle ein Faserwerk ausbildet, welches nach Auflösung der Kernwand mit den extranuclear entstandenen Fasern vereint den Spindelkörper aufbaut, dass ferner in verschiedenen Fällen die Spindel vollkommen intranuclear entstehen kann[1]).

Vollkommen extranuclear entsteht nach DENKE die Spindel bei der Teilung der Mikrosporen von *Selaginella*[2]). Hier rückt der Kern vor Beginn der Spindelbildung in die Nähe der Wand. In der neben ihm liegenden Cytoplasmapartie treten Kinoplasmafäden auf, die zunächst wirr durcheinander verlaufen, sich alsbald aber zu einer kleinen bipolaren Spindel mit wohl ausgebildeten Polen anordnen. Die Spindel nimmt an Grösse zu, bis ihre Pole fast die Peripherie der Zelle erreichen; von den Polen nach der Kernwand werden nunmehr feine Kinoplasmafasern ausgesandt, die sich dort festsetzen, sich verkürzen und den Kern so in die Spindel hineinziehen. Erst nachdem der Kern vollständig in die Spindel hineingezogen ist, löst sich die Kernwand auf, von den Polen aus dringen die Spindelfasern in die Kernhöhle ein.

In zahlreichen Arbeiten wurden weiterhin noch die Details bei der Spindelbildung in Sporen-, Pollen- und Embryosackmutterzellen erforscht. Dass in letzteren die Spindelbildung in derselben Weise von statten geht, wie in den Pollenmutterzellen, lehrten vor allem die diesbezüglichen Arbeiten von MOTTIER[3]) und SCHNIEWIND-THIES[4]). Eine wertvolle Zusammenstellung der neueren und neuesten Literatur über dieses Gebiet findet sich in dem kürzlich erschienenen Werk von COULTER und CHAMBERLAIN[5]), Morphology of Angiosperms, vor, auf welche ich hier verweisen möchte, ferner in der letzten Arbeit von LAWSON[6]).

Anders, wie in den eben geschilderten Fällen geht die Spindelbildung bei solchen Objekten vor sich, deren Zellen individualisierte Centrosomen führen. Über diese Art der Spindelbildung

1) Vergl. hierzu u. a. WL. BELAJEFF, l. c S. 437; E. STRASBURGER, Karyokinetische Probleme, S. 169: E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 125; M. KOERNICKE, Studien an Embryosackmutterzellen. Sitzungsber. der Niederrhein. Gesellsch., Bonn 1901, S. 3 des Sep.-Abdr.

2) P. DENKE, Sporenentwicklung bei *Selaginella*. Beihefte zum Bot. Centralbl., Bd. XII, Heft 2, S. 187, 188.

3) D. M. MOTTIER, Über das Verhalten der Kerne bei der Entwicklung des Embryosacks und die Vorgänge bei der Befruchtung. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XXXI, 1898, S. 125ff.

4) J. SCHNIEWIND-THIES, Die Reduktion der Chromosomenzahl und die ihr folgenden Kernteilungen in den Embryosackmutterzellen der Angiospermen. Jena, GUST. FISCHER 1901.

5) J. M. COULTER and CH. J. CHAMBERLAIN. New-York, D. APPLETON and Co., 1903, S. 139ff. und 114ff.

6) ANSTRUTHER A. LAWSON, Studies in Spindle formation. Botan. Gazette, Vol. XXXVI, August 1903, S. 97.

belehrt uns der von Strasburger in den cytologischen Studien geschilderte Fall von *Fucus*[1]). Die Kernteilung wird hier eingeleitet durch eine Teilung des zunächst in Einzahl dicht am Kern befindlichen Centrosoms; die beiden Hälften rücken auseinander, bis sie zwei entgegengesetzte Punkte des Kerns erreicht haben. Dabei bildet sich um sie eine aus Kinoplasmafasern bestehende Strahlung aus, die Astrosphäre. An den Stellen, wo die Centrosomen liegen, schwindet die Kernmembran, und es treten Spindelfasern in der Kernhöhle auf, die von Centrosom zu Centrosom sich fortsetzen. Nach und nach schwand dabei die Kernwand vollständig. Die fertige Spindel gleicht, abgesehen von dem an jedem Pol befindlichen, mit Kinoplasmastrahlung umgebenen Centrosom, den zweipoligen centrosomlosen Spindeln.

Ähnlich, mit nur unwesentlichen Abweichungen, vollzieht sich die Spindelbildung bei Kernen, die keine scharf umgrenzten individualisierten Centrosomen führen, sondern einfache kinoplasmatische Ansammlungen ohne zentralen Körper besitzen, wie bei den Kernteilungsbildern im Askus nach Harper[2]), ferner in den Tetrasporenmutterzellen von *Corallina* nach Bradley Moore Davis[3]), in den keimenden Sporen von *Pellia* nach demselben Forscher[4]) und nach Chamberlain[5]).

Bei der Teilung von centrosomführenden Kernen vegetativer Zellen[6]) kommt die Spindel in wesentlich gleicher Weise zustande, wie in den centrosomführenden „reproduktiven" Zellen. Was die centrosomlosen Kerne vegetativer Gewebeelemente der höheren Pflanzen betrifft, so glaubte Němec[7]) in der Art der Spindelbildung einen Unterschied zwischen ihrer Teilung und derjenigen der „reproduktiven" Zellen gefunden zu haben. Er fand die Anlage der Kernspindel in den Sporen- und Pollenmutterzellen multipolar, in den vegetativen Zellen derselben Pflanzen bipolar. Mottier hatte

1) E. Strasburger, Kernteilung und Befruchtung bei *Fucus*. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, 1897, S. 351ff. — Vergl. auch D. M. Mottier, Nuclear and Cell Division in *Dictyota dichotoma*. Ann. of Bot., Vol. XIV, 1900, S. 163.

2) R. Harper, Kernteilung und freie Zellbildung im Ascus. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, 1897, S. 249ff.

3) Br. M. Davis, Kernteilung in der Tetrasporenmutterzelle bei *Corallina officinalis* L. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XVI, 1898, S. 266ff.

4) Br. M. Davis, Nuclear Studies on *Pellia*. Annals of Botany, Vol. XV, 1901, S. 147ff.

5) Ch. J. Chamberlain, Mitosis in *Pellia*. Bot. Gazette, Vol. XXXVI, 1903, S. 28ff.

6) Vergl. u. a. Walter T. Swingle, Zur Kenntnis der Kern- und Zellteilung bei den Sphacelariaceen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, 1897, S. 315ff.

7) Vergl. die Literaturzusammenstellung in E. Strasburger, Über Reduktionsteilung usw., S. 112.

dagegen auch in vegetativen Zellen multipolare Spindeln gefunden[1]). Der hierdurch gegebene Gegensatz ist jedoch, wie STRASBURGER gelegentlich einer Besprechung dieser Verhältnisse ausführte[2]), nur scheinbar. NĚMEC's Angaben liessen sich mit denen MOTTIER's vereinigen, da die Extreme durch Zwischenglieder verbunden seien.

In Anknüpfung an die Arbeit HOF's[3]), der sich im Bonner Institut besonders in Rücksicht auf die Spindelbildung mit der Untersuchung der Kernteilung in den Meristemen der höheren Pflanzen beschäftigt hatte, gibt STRASBURGER eine eingehende Schilderung der Spindelbildung in vegetativen Zellen dieser Pflanzen[4]), deren Inhalt dem heutigen Stand unseres Wissens in dieser Frage entspricht und die ungefähr in folgenden Worten wiedergegeben sein mag.

Bei Beginn der Kernteilung, kurz bevor der Kernfaden sich segmentiert, umgibt sich der Kern mit einer dünnen Lage von feinfaserigem Kinoplasma. Diese Kinoplasmahülle wird nun von den beiden zukünftigen Polflächen kappenförmig abgehoben, indem sich zwischen ihr und der Kernwandung eine kernsaftähnliche Flüssigkeit sammelt. An den Polflächen erscheint die Hülle stärker als am Äquator. In ähnlicher Weise, wie in anderen Fällen die Spindelfasern in die mit Kernsaft erfüllte Kernhöhle eindringen und fortwachsen, treten allmählich von der Kinoplasmahülle Fasern in die safterfüllten Kappenräume hinein, welche alsbald die Kernwand erreichen und eine extranucleare Spindelanlage darstellen. Währenddessen strecken sich die Kappen in die Länge und spitzen sich gleichzeitig zu. Die an Zahl zunehmenden Fasern konvergieren nach den Polen und treffen dort meist zusammen. Sie können aber auch längere Zeit an ihrem Polende getrennt bleiben, bezw. nicht in einem Punkte, sondern in mehreren Punkten zusammenschliessen. Dann wird das Kernkörperchen aufgelöst, die Kernwand schwindet und zwar zunächst an den nach den Polen zu gelegenen Seiten, worauf die Spindelfasern in die Kernhöhle hineinwachsen. Dort setzen sie entweder an die Chromosomen an und bilden so die Zugfasern,

1) D. M. MOTTIER, Über das Verhalten der Kerne bei der Entwicklung des Embryosacks und die Vorgänge bei der Befruchtung. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXI, 1898, S. 154.

2) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 113.

3) A. C. HOF, Histologische Untersuchungen an Vegetationspunkten. Botan. Centralbl., Bd. LXXVI, 1898, S. 65.

4) Es sei hierbei noch auf folgende Arbeiten hingewiesen: F. ROSEN, Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzelle. COHN's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. VII, 1896, S. 249, 250. — H. SCHAFFNER, Karyokinesis in the root tips of *Allium Cepa*. Botan. Gaz., Vol. XXVI, 1898, S. 225 ff. — E. L. FULMER, Cell division in Pine seedlings. Ebenda, S. 239 ff. — B. NĚMEC, Zur Physiologie der Kern- und Zellteilung. Bot. Centralbl., Bd. LXXVII, 1899, S. 244, 246.

oder treffen von entgegengesetzten Seiten kommend auf einander, um von einem Pol zum andern fortlaufende Fäden, die Stützfasern, zu bilden. Beide Arten von Fasern sind dabei, wie in pflanzlichen Kernteilungsfiguren zwischen einander verteilt, eine Unterscheidung von Mantelfasern und Centralfasern, wie sie NĚMEC[1]) macht. lässt STRASBURGER nicht gelten[2]). —

In der geschilderten Weise verläuft die Kernteilung in den mit Plasma gefüllten, meristematischen Gewebszellen. In den plasmaarmen Zellen, die auch nur wenig Kinoplasma führen, ist nichts von dem Abheben der eben geschilderten Polkappen zu sehen, die Spindelanlage vollzieht sich vollkommen intranuklear[3]).

NĚMEC[4]) nennt die Art der Spindelbildung in den Meristemzellen bipolar, weil sie nicht, wie beim ersten Teilungsschritt der Sporen- und Pollenmutterzellen, allseitig um den Kern, sondern an zwei seiner gegenüberliegenden Seiten eintritt. STRASBURGER[5]) hält ihm die soeben bei der Schilderung der Spindelbildung in vegetativen Zellen erwähnte Tatsache entgegen, dass man auch bei der auf zwei gegenüber liegende Seiten des Kerns beschränkten Spindelanlage in den Vegetationspunkten der Wurzeln getrennt an den Kinoplasmakappen endende Spindelbüschel beobachten kann, daher diese Anlagen zunächst multipolar sein können, um, wie die multipolar vielseitigen, schliesslich zur Bildung der zweipoligen Spindel zu führen. Er schlägt daher vor, zwischen multipolar polyarchen und multipolar diarchen Spindelanlagen zu unterscheiden, im Gegensatz zu den Spindelanlagen, welche auf Centrosomen zentriert sind, somit von Anfang an wirklich bipolar diarch sind.

Mit dem Fortschreiten unserer Kenntnisse über die Art der Spindelbildung sind auch die Kontroversen ihrer Lösung näher gerückt worden, welche betreffs der **Beförderung der Tochterchromosomen nach den Spindelpolen** bestanden. Während man früher auf botanischem Gebiet die Vermutung hegte, dass sämtliche Spindelfasern kontinuierlich von einem Pol zum andern verliefen und die Chromosomenhälften längs dieser Fasern den Polen zu glitten[6]), wandte man sich, nachdem die Fortschritte der Technik einen tieferen Ein-

1) B. NĚMEC, Über die karyokinetische Kernteilung in der Wurzelspitze von *Allium Cepa*. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXIII, 1899, S. 324, 328.

2) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 115.

3) Ebenda, S. 118, 119.

4) B. NĚMEC, Über die Ausbildung der achromatischen Kernteilungsfigur im vegetativen und Fortpflanzungsgewebe der höheren Pflanzen. Botan. Centralbl. Bd. LXXIV, 1898, S. 3.

5) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 117, 118.

6) Vergl. hierzu E. STRASBURGER, Karyokinetische Probleme. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XXVIII, S. 179ff.

blick in die Verhältnisse gestattet hatte, der VAN BENEDEN'schen [1]) Vorstellung einer Beförderung der Tochterchromosomen nach den Polen durch sich kontrahierende Spindelfasern zu. Zur Klärung der Fragen trugen besonders BELAJEFF [2]), GUIGNARD [3]), STRASBURGER [4]) und die meisten Verfasser der Cytologischen Studien [5]) bei. Während ALFRED FISCHER [6]) die Bewegung der Chromosomen, falls man ihnen nicht eigenes Bewegungsvermögen zuschreiben will, von den allverbreiteten Eigenschaften der Bewegung und des Wachstums des Protoplasmas, an dem auch der Kern teilnimmt, ableiten möchte, steht jetzt die weitaus grösste Zahl der botanischen Cytologen auf dem Standpunkt, dass die Chromosomen „von den bei Beginn der Spindelbildung sich an sie festsetzenden und als Zugfasern bezeichneten Spindelfasern ergriffen und nach den Polen befördert werden. Dafür spricht besonders die Zahl der Zugfasern und die Art, in welcher sie an die Chromosomen ansetzen. Sie erfassen nämlich in Büscheln jedes Chromosom, und zwar getrennt zu dessen beiden Seiten. Während die Tochterchromosomen sich den Polen nähern, nehmen die Zugfasern an Länge ab, die den Polen zu liegenden Teile der Spindel nehmen jedoch an Dichte zu und erscheinen so dunkler, im Gegensatz zu der hellen, zunächst nur von den verhältnismässig wenigen, von Pol zu Pol verlaufenden Stützfasern durchsetzten, äquatorialen Partie. Eine Kontraktion der Spindelfasern, wie sie von der HAECKER'schen [7]) „Muskelfadentheorie“ verlangt wird, wonach die Spindelfasern mit muskulösen Fibrillen zu vergleichen wären, und eine Verdichtung der Zugfasern, die ihrer Verkürzung entspräche, ist dabei nicht nachweisbar, wohl lässt sich jedoch die erwähnte Verdichtung der Spindelenden beim Nahen der Tochterchromosomen erkennen. STRASBURGER [8]) nimmt daher an, dass die Verkürzung der Zugfasern auf Substanzabgabe aus ihnen beruht. „So wie diese Fasern bei ihrer Anlage Nukleolarsubstanz für

1) ED. VAN BENEDEN, Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire, 1883, S. 386. — Ferner ED. VAN BENEDEN et AD. NEYT, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitotique de l'Ascaride mégalocephale. Bull. de l'acad. de Belgique, 3. sér., T. XIV, 1887, Sep.-Abdr. S. 41.

2) WL. BELAJEFF, Flora, Bd. LXXIX, 1894, S. 433ff.

3) L. GUIGNARD, Nouvelles recherches sur le noyau cellulaire. Ann. des sc. nat. Bot., 6. sér., T. XX, 1885, S. 335. — Ferner in Nouvelles études sur la fécondation. Ebenda, 7. sér., T. XIV, 1891, S. 185.

4) E. STRASBURGER, Karyokinetische Probleme, l. c. — Ferner in Reduktionsteilung, Spindelbildung usw., S. 139ff.

5) Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, 1897, S. 155ff.

6) Fixierung, Färbung usw., S. 252ff.

7) Vergl. HAECKER, Praxis und Theorie der Zellen- und Befruchtungslehre. Jena, GUST. FISCHER, 1899, S. 73.

8) E. STRASBURGER, Reduktionsteilung usw., S. 142.

ihr Wachstum verwenden, so geben sie jetzt diese Substanz wieder ab und verkürzen sich damit gleichzeitig. Die aus den Zugfasern tretende, zwischen ihnen sich ansammelnde Nukleolarsubstanz bedingt die zunehmende Tingierbarkeit der polaren Spindelabschnitte, die aus diesem Grunde dichter erscheinen. Durch den Austritt von Nukleolarsubstanz aus den Zugfasern wird wohl auch die in manchen Fällen auf diesen Entwicklungsstadien beobachtete Bildung extranuklearer Nukleolen in der Nähe der Spindelpole zusammenhängen, dann auch das Auftreten färbbarer Substanzmassen zwischen den Stützfasern, die sich nach der Äquatorialebene der Teilungsfigur bewegen. Dort werden diese Substanzmassen weitere Verwendung für die Verbindungsfäden und die anzulegende Hautschicht finden."

Wenn die Tochterchromosomen die Pole erreicht haben, sieht man zahlreiche Kinoplasmafasern von ihnen nach allen Richtungen ausstrahlen und zum Teil die Hautschicht erreichen[1]). Der durch Verbindung der Chromosomen untereinander entstehende dichte Knäuel lockert sich allmählich, wobei eine vakuolenähnliche, mit Kernsaft sich füllende Kernhöhle zustande kommt. Die Strahlungen um den Kern vermindern sich und es hat den Anschein, als ob die nunmehr sich bildende Kernwand aus den Strahlenenden der Kinoplasmafasern gebildet wird. Ihr Tinktionsvermögen, welches mit dem des Kinoplasmas übereinstimmt, spricht für diese Ansicht[2]). Doch wären weitere Untersuchungen hierüber sehr erwünscht, zumal eine soeben erschienene Arbeit von ANSTRUTHER A. LAWSON[3]) nicht auf diesen Punkt eingeht. Nach LAWSON's Untersuchungen an den Kernen der Pollenmutterzellen von *Passiflora coerulea* und *Equisetum limosum* unterscheidet sich die Kernhöhle in nichts von einer gewöhnlichen Vakuole (Tonoplast). — Bei weiteren Untersuchungen wären auch besonders Kerne zu berücksichtigen, die längere Zeit in Ruhe verharren, also solche älterer vegetativer Gewebe, da sich dort vielleicht andere Verhältnisse auffinden lassen werden, als bei den Kernen der Sporenmutterzellen, deren Teilungen bekanntermassen ausserordentlich schnell aufeinander folgen. Auch die aus dem Pollenschlauch tretenden, generativen Kerne könnten in dieser Beziehung interessante Ergebnisse liefern. Eine wertvolle, den fraglichen Gegenstand berührende Mitteilung wurde schon von MIEHE[4]) gemacht, der kino-

1) Vergl. hierzu die Literaturangaben in STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 144, 145.

2) E. STRASBURGER, Die pflanzlichen Zellhäute. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXI, 1898, S. 523, 524.

3) A. LAWSON, On the Relationship of the nuclear Membrane to the Protoplast. Botan. Gaz., Vol. XXXV, 1903, S. 305 ff.

4) H. MIEHE, Histologische und experimentelle Untersuchungen über die Anlage der Spaltöffnungen einiger Monokotylen. Botan. Centralbl., Bd. LXXVIII, 1899, S. 388 ff.

plasmatische Verbindungsfasern zwischen der Wandung eines ruhenden Kerns und der Hautschicht in den Epidermiszellen von *Hyacinthus* nachwies, was seiner Ansicht nach auf die kinoplasmatische Natur hindeutete und ferner vermuten liesse, dass eine kinetische Verbindung zwischen Kernwand und Hautschicht bestände.

Wie die Kernwand, so wird auch die Zellplatte als aus Kinoplasma bestehend aufgefasst[1]). Ihre Entwicklungsgeschichte zeugt für die Richtigkeit dieser Annahme. Von den beiden Tochterkernen trennen sich die kinoplasmatischen Verbindungsfäden, ziehen sich auf den Äquator zurück und werden dem entsprechend dicker. Dann nehmen sie an Zahl zu, und zwar geschieht ihre Vermehrung allem Anschein nach durch Längsspaltung. Im Äquator schwellen die Verbindungsfäden an, verschmelzen seitlich miteinander. Es wird so eine Hautschicht gebildet, die sich weiterhin spaltet, wodurch die abschliessenden Hautschichten an der Teilungsstelle für die beiden Schwesterzellen geschaffen werden[2]). Eine Scheidewand aus Zellhautstoff wird dann zwischen den beiden Tochterhautschichten abgeschieden; sie entsteht nicht durch Umwandlung einer mittleren Schicht der Zellplatte.

Da die Hautschichten bei der Zellteilung, wie geschildert, aus dem Kinoplasma hervorgehen, so muss dies auch der Fall sein für die Gesamtheit der die Protoplasten umgebenden Hautschichten eines Zellgewebes; auch diese müssen ihren Ursprung dem Kinoplasma verdanken. — In den Fällen, wo in einer Zelle die Kerne sich zunächst frei vermehren und später erst simultane Scheidewandbildung folgt (Vielzellbildung), vollzieht sich auch diese mit Hilfe kinoplasmatischer Zellplatten[3]). Auch bei freier Zellbildung, wo es gilt, ohne Scheidewandbildung eine Partie des die Kerne umgebenden Plasmas abzugrenzen, geschieht dies durch die Anlage einer kinoplasmatischen Hautschicht. Besonders eingehend ist diese Bildung der Hautschicht von HARPER[4]) bei der Sporenbildung in den Asci beschrieben worden. Da entsendet eine seitlich am Kern befindliche Kinoplasmaansammlung Strahlen, die sich springbrunnenartig umlegen, weiter fortwachsen, allmählich sich krümmen, bis sie aufeinander treffen. Während ihres Wachstums sind sie seitlich zu einer zusammenhängenden Schicht verschmolzen und haben so eine elliptische Sporenanlage aus dem umgebenden Plasma herausgeschnitten.

1) Vergl. E. STRASBURGER, Die pflanzlichen Zellhäute, l. c. S. 512ff.

2) E. STRASBURGER, l. c. — Ferner H. G. TIMBERLAKE, The development and function of the cellplate in higher plants. Botan. Gaz., Vol. XXX, 1900, S. 73ff., und CH. E. ALLEN, On the origin and nature of the middle lamella. Ebenda, Bd. XXXII, 1901, S. 1ff.

3) E. STRASBURGER, l. c. S. 520.

4) R. A. HARPER, Kernteilung und freie Zellbildung im Ascus. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, 1897, S. 262.

Dass der Kern mit der, wie wir mit NOLL[1]) annehmen müssen, stets ruhenden Hautschicht durch **Kinoplasmafäden** fortdauernd verbunden sei und dass diese Fäden die formativen Impulse vom Kern zur Hautschicht leiten, gibt STRASBURGER[2]) für die embryonalen und meristematischen Gewebe der Pflanzen, in welchen formative Vorgänge sich vollziehen, an. Andere Verhältnisse liegen in den aus den formativen Sphären herausgetretenen Pflanzenzellen vor, in welchen die Hautschicht, die allem Anschein nach weiter als Reizempfängerin funktioniert, im wesentlichen nur noch Vorgänge auszulösen hat, die im Dienste der Ernährung stehen. Da bedürfe es zur Anregung und Auslösung dieser Vorgänge eigentlich allein einer Verbindung mit dem Trophoplasma. Es sei nicht ausgeschlossen, sagt STRASBURGER, dass, wenn formative Vorgänge in solchen Zellen wieder eingeleitet werden, der Zellkern seine Stellung innerhalb des Cytoplasma verändere und wieder in unmittelbare kinoplasmatische Verbindung mit der Hautschicht trete, z. B. bei Beginn einer Zellteilung.

Nicht kinoplasmatisch sind nach HABERLANDT[3]) die **„Plasmafibrillen“**, welche, wie NĚMEC[4]) angibt, besonders stark ausgebildet im Plasma der meristematischen Zellen in der Nähe der Vegetationspunkte longitudinal verlaufen und auch im Leben sichtbar sind. Sie sollen aus zahlreichen homogenen Fäden zusammengesetzt sein, die von einer dichten, granulären Plasmascheide eingehüllt sind. Während die homogene Fibrillensubstanz erythrophil erschien, zeigte die Scheide kyanophilen Charakter und NĚMEC nimmt an, dass sie aus Hautschichtsubstanz bestehe. In der Nähe der Querwände verbreiten sich die Scheiden etwas, wobei die früher ziemlich dicht beieinander und annähernd parallel verlaufenden Fibrillen divergieren, und gehen direkt in die Hautschicht der Zelle über. Die Fibrillenbündel korrespondieren an den Querwänden in den benachbarten Zellen. HABERLANDT glaubte zunächst, diese von NĚMEC geschilderten Fibrillen den Kinoplasmafasern, welche nach STRASBURGER das Plasma der Zelle durchziehen, zur Seite stellen zu müssen[5]). NĚMEC wies jedoch

1) F. NOLL, zuletzt in Beobachtungen und Betrachtungen über embryonale Substanz. Biol. Centralblatt. Bd. XXIII. 1903.

2) E. STRASBURGER, Über Cytoplasmastrukturen, Kern- und Zellteilung. Cytol. Studien. Jahrb. für wiss. Bot. Bd. XXX. 1897, S. 384.

3) G. HABERLANDT, Über fibrilläre Plasmastrukturen. Ber. der Deutschen bot. Gesellsch. Bd. XIX. 1901, S. 569ff.

4) B. NĚMEC, Die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen. Biol. Centralbl. Bd. XX. 1900, S. 369ff. Ferner: Derselbe, Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen. Jena, bei GUSTAV FISCHER. 1901. Derselbe, Die Bedeutung der fibrillären Strukturen bei den Pflanzen. Biol. Centralbl. Bd. XXI, 1901, S. 529ff.

5) G. HABERLANDT, Über Reizleitung im Pflanzenreich. Biol. Centralbl. Bd. XXI. 1901, S. 369.

bald diese Vermutung zurück[1]). Im besonderen bemerkte er, dass die Fibrillen ganz andere Eigentümlichkeiten zeigten als die Kinoplasmafasern. Während z. B. die Bildung von kinoplasmatischen Fasern durch hohe Temperaturen angeregt und gesteigert wird. werden die Fibrillen dabei zur völligen Degeneration und Auflösung gebracht. Auch verhalten sich die Fibrillen Fixierungs- und Färbemitteln gegenüber ganz anders als kinoplasmatische Fasern.

Die Gründe NĚMEC's erkannte HABERLANDT[2]) als zutreffend an. Seine Beobachtungen an lebendem und fixiertem Material führten ihn zu dem Schluss, dass die NĚMEC'schen Plasmafibrillen identisch sind mit den schon von anderen Forschern beschriebenen, längsfaserigen Strukturen strömenden Protoplasmas, sie sind somit nicht kinoplasmatisch. Eine die Fibrillen umhüllende Scheide konnte er nicht erkennen. Während NĚMEC[3]) die fibrillären Plasmastrukturen in den Dienst der Reizleitung stellt und mit den elementaren Nervenfibrillen vergleicht, wie solche APATHY in den reizleitenden Bahnen der höheren Metazoën gefunden hat, vermutet HABERLANDT[4]), dass hier Einrichtungen vorliegen, welche zur Leitung plastischer Baustoffe dienen. Im Plasma der pflanzlichen Sinnesorgane, in welchen mechanische Reize perzipiert werden, hätten sich die Fibrillen, wenn sie reizleitende Strukturen darstellen sollen, vorfinden müssen, doch konnte sie HABERLANDT dort nicht entdecken[5]).

Im übrigen sei hinzugefügt, dass, soweit mir zur Kenntnis kam, eine Anzahl in den cytologischen Untersuchungsmethoden sehr bewanderter Forscher nicht imstande war, in ihren Präparaten Plasmafibrillen in der Ausbildung, wie sie NĚMEC beschreibt und abbildet, zu erhalten, so dass die allgemeine Skepsis, welche man diesen Bildungen gegenüber beobachten zu müssen glaubt, wohl berechtigt erscheint.

Gelegentlich seiner Untersuchungen über die fibrillären Strukturen kommt NĚMEC[6]) auch auf die fädigen Bildungen zu sprechen, die sich hier und da im Cytoplasma, besonders von Embryosackmutterzellen, vorfinden[7]). Diese hält NĚMEC für Ansammlungen

1) B. NĚMEC, Die Bedeutung der fibrillären Strukturen bei den Pflanzen. Biol. Centralbl. Bd. XXI, S. 529 ff.

2) G. HABERLANDT, l. c. Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XIX, 1901, S. 569 ff.

3) l. c.

4) l. c. S. 578.

5) G. HABERLANDT, Sinnesorgane im Pflanzenreich zur Perception mechanischer Reize. Leipzig bei ENGELMANN. 1901.

6) B. NĚMEC, Biol. Centralbl. Bd. XXI. 1901, l. c. S. 529 ff.

7) H. H. DIXON, On the Chromosomes of *Lilium longiflorum*. Proceedings of the Royal Irish Acad., 3. Ser., Vol. III, 1895, S. 716. — MOTTIER, Jahrb. für wiss. Bot. Bd. XXXI, 1898, S. 126. — M. et P. BOUIN, Sur la présence de filaments

von Kinoplasmafasern, die nichts mit seinen reizleitenden Strukturen zu tun haben. — Dass ausserdem zu öfteren Malen auch eigentümliche Bildungen trophoplasmatischer Natur im Cytoplasma beobachtet wurden, sei bloss der Vollständigkeit halber noch mitgeteilt[1]). Derartige und auch andere Körper waren es, die verschiedentlich in Pflanzenzellen als Centrosomen gedeutet wurden. — Eine Zusammenstellung **centrosomenähnlichen Körper** in vegetativen Zellen gab NĚMEC[2]). Er unterscheidet zwei Gruppen: Gebilde, die schon in ruhenden Zellen bestehen und bei der Kernteilung an den Spindelpolen liegen — ferner solche Gebilde, die erst zur Zeit, wo die Spindel ausgebildet ist, an deren Polen auftreten und nach Fertigstellung der Tochterkerne verschwinden. Einmal sind es dichte, körnige, mit zahlreichen winzigen Alveolen durchsetzte Plasmamassen, dann wieder sind es homogen erscheinende, öfters in mehrere Körperchen zerfallene, plasmatische Gebilde, ferner solche, die sich in der Färbung wie Nukleolen verhalten und zum Teil wohl auch echte extranucleare Nukleolen darstellen. Alle diese Gebilde hält NĚMEC für individualisierte Kinoplasmamassen, nicht für Centrosomen.

Die Frage, die hiermit schon berührt ist, die nach dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von **Centrosomen** im Pflanzenreich, insbesondere bei den höheren Pflanzen hat in hervorragender Weise in den letzten Jahren die cytologischen Gemüter bewegt.

Es war im Jahre 1891, als die ersten Mitteilungen über Centrosomen im Pflanzenreich erschienen, und zwar war es GUIGNARD, der sie in seiner ersten Notiz: Sur l'existence des sphères attractives dans les cellules végétales[3]) für die Sporen-, Pollen- und Embryosackmutterzellen und deren Abkömmlinge angab. Nach seinen Beobachtungen sollten zwei mit je einem Centrosom versehene Sphären am ruhenden Kern dicht nebeneinander liegen. Zu Beginn der Teilung wanderten diese Sphären an zwei entgegengesetzte Punkte des Kerns, die den Polen der späteren Spindel entsprächen. Um die Sphären träten radiär verlaufende, deutliche Plasmastrahlungen

---

particuliers dans le protoplasme. Bibliographie anatomique 1898. — H. O. Juel, Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. Jahrb. für wissensch. Bot. Bd. XXXV, S. 634. — J. Schniewind-Thies, Die Reduktion der Chromosomenzahl und die ihr folgenden Kernteilungen in den Embryosackmutterzellen der Angiospermen. Jena. Gust. Fischer. 1901.

1) D. M. Mottier, Jahrb. für wiss. Bot. Bd. XXXI, 1898, S. 141. — H. O. Juel, Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Samenanlage von *Casuarina*. Flora, Bd. XCII, 1903, S. 291. — Lang, The ovule of *Stangeria paradoxa*. Ann. of Bot., Vol. XIV, 1900, S. 284.

2) B. Němec, Über centrosomenähnliche Gebilde in vegetativen Zellen der Gefässpflanzen. Ber. der Deutschen Bot. Ges. Bd. XIX, S. 301ff.

3) Comptes rend. de l'acad. Paris, T. I, 1891.

auf. Die nach dem Kern zu liegenden und dort aufeinander treffenden Fasern bildeten die Spindeln. Zur Zeit, wo die Tochterchromosomen auseinanderwichen, sollten sich Centrosomen, wie Sphären, an jedem Pol teilen, so dass die beiden Tochterkerne wieder mit zwei Sphären versehen wären. GUIGNARD trat also für die Permanenz dieser Gebilde in der pflanzlichen Zelle ein. Wegen der bedeutenden Rolle bei der Kern- und Zellteilung schlug er für sie den Namen „Sphères directrices“ vor.

Besonderes Aufsehen machte eine zweite Abhandlung „Nouvelles études sur la fécondation“[1]). In ihr gab GUIGNARD eine grosse Anzahl von Abbildungen. Er schilderte Centrosphären für alle Entwicklungsstadien in Pollen- wie Embryosackmutterzellen von *Lilium Martagon*. Auch in rein vegetativen Zellen, wie in dem Endosperm derselben Pflanze, ferner in den Staubfadenhaaren von *Tradescantia* konnte er sie nachweisen. Er nahm denn auch auf Grund seiner Untersuchungen an, dass die Centrosomen konstante Organe innerhalb der Zelle darstellen. In derselben Arbeit verfolgte er auch das Verhalten der Sphären bei der Befruchtung von *Lilium Martagon*. Er beschrieb eine „Quadrille des Centres“, die mit der kurz vorher von FOL am tierischen Objekt beobachteten im Wesentlichen übereinstimmte, wie überhaupt GUIGNARD's Untersuchungsergebnisse an den Centrosomen des Pflanzenreichs in allen hauptsächlichen Momenten mit den bis dahin an tierischen Objekten gewonnenen Resultaten sich deckten. Kaum war diese Arbeit GUIGNARD's bekannt geworden, als von den verschiedensten Seiten die Suche nach den Centrosomen begann. Die Bilder GUIGNARD's waren so klar, seine Angaben so überzeugend, dass man zunächst nicht an dem Vorhandensein dieser Gebilde bei den Pflanzen zweifelte. Bei jeder histologischen Untersuchung richtete man sein Augenmerk auf diese Körper.

Zunächst war es BÜTSCHLI[2]), der im Anschluss an die GUIGNARD-schen Angaben die Diatomeen auf Centrosomen hin studierte. Er konnte diese Körper hier schon in lebenden Zellen beobachten[3]).

Dann erschien die Arbeit STRASBURGER's „Über Schwärmsporen, Gameten, pflanzliche Spermatozoiden und das Wesen der Befruchtung“[4]), in welcher die genannten Gebilde auch für die Braunalge

1) Annales des sc. nat. Botan., sér. 7, T. XIV, S. 163.

2) Über die sogenannten Centralkörper der Zelle und ihre Bedeutung. Verh. des Naturh.-Med. Ver. zu Heidelberg. N. F., Bd. IV, Heft 5.

3) Spätere Mitteilungen über die Centrosomen bei Diatomeen finden sich in den Arbeiten von LAUTERBORN, Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen, 1896, und G. KARSTEN, Die Auxosporenbildung der Gattungen *Cocconeis*, *Surirella* und *Cymatopleura*. Flora, Bd. LXXXVII, 1900, S. 253.

4) Histolog. Beiträge 1892, Heft IV, S. 49.

Sphacelaria angegeben wurden. STRASBURGER nannte die Attractionssphären Astrosphären, das in diesen enthaltene Körperchen behielt den Namen Centrosom. Astrosphäre und Centrosom wurden als Centrosphären zusammengefasst. Die Untersuchung ergab Anhaltspunkte für die Ansicht, dass die Centrosphären physiologisch als kinetische Centren gelten müssen.

Es schlossen sich an die Arbeiten von SCHOTTLÄNDER[1]), der besonders für Fortpflanzungszellen von Farnen Centrosomen angab, von OVERTON[2]), der diese Gebilde bei *Ceratozamia* fand. Dann kam SCHAFFNER[3]), der sie in den Fortpflanzungszellen von *Lilium Philadelphicum*, ferner der Wurzel von *Allium Cepa* und weiterhin im Embryosack von *Alisma Plantago* und *Sagittaria*[4]) gefunden haben wollte. Angaben über Centrosomen in den Sporenmutterzellen von *Psilotum triquetrum*[5]), in den lebenden Zellen der Staubfadenhaare von *Tradescantia*[6]), die der Kälte ausgesetzt waren, in den Pollenmutterzellen von *Larix*[7]), bei Ranunculaceen[8]) und bei *Equisetum Telmateja*[9]) folgten, und so war man geneigt, für niedere und höhere Pflanzen das Vorhandensein von Centrosomen, somit eine allgemeine Verbreitung derselben im Pflanzenreich anzunehmen.

Während für die niederen Pflanzen weitere Belege für Gegenwart dieser Gebilde erbracht wurden und noch immer weiter erbracht werden[10]), begann sich schon zur Zeit, wo die zuletzt zitierten

1) P. SCHOTTLÄNDER, Beiträge zur Kenntnis des Zellkerns und der Sexualzellen bei Kryptogamen. COHN's Beitr. zur Biol. der Pflanzen, Bd. VI, 1892, S. 267.

2) E. OVERTON, Über die Reduktion der Chromosomen in den Kernen der Pflanzen. Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellsch. in Zürich, Bd. XXXVIII, 1893, S. 10.

3) J. H. SCHAFFNER, The nature and distribution of attraction-spheres and centrosomes in vegetable cells. Bot. Gaz., 1894, S. 445. — Derselbe, The Embryosac of *Alisma Plantago*. Bot. Gaz., Vol. XXI, 1896, S. 123.

4) J. H. SCHAFFNER, Contribution to the life history of *Sagittaria variabilis*. Bot. Gaz., Vol. XXIII, 1897, S. 252.

5) G. KARSTEN, Über Beziehungen der Nucleolen zu den Centrosomen bei *Psilotum triquetrum*. Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch. 1893, S. 555. — J. E. HUMPHREY, Nucleolen und Centrosomen. Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch., 1894, S. 108.

6) J. DEMOOR, Contributions à l'étude de la physiologie de la cellule. Arch. de Biol., 1895. T. XIII, S. 163.

7) E. STRASBURGER, Karyokinetische Probleme. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXVIII, 1895, S. 151.

8) D. M. MOTTIER, Contributions of the Embryology of the Ranunculaceae. Bot. Gaz, Vol. XX, 1895, S. 241 ff.

9) D. H. CAMPBELL, The Structure and Development of the Mosses and Ferns. London and New York 1895.

10) Vergl. die entsprechenden Arbeiten in den „Cytologischen Studien". Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, 1897. Ferner D. M. MOTTIER, Das Centrosom bei *Dictyota*. Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XVI, 1898, S. 124. — Derselbe, Nuclear and Cell division in *Dictyota dichotoma*. Ann. of Bot., Vol. XIV, 1900, S. 163. — Verschiedene Arbeiten von FARMER, DAVIS, VAN HOOK, zitiert in der am Schluss von CH. J. CHAMBERLAIN's Arbeit, Mitosis in *Pellia*, Bot. Gaz., Vol. XXXVI, 1903, S. 47 zusammengestellten Literaturübersicht.

Arbeiten erschienen, von verschiedenen Seiten Zweifel an dem Vorhandensein der Centrosomen bei den höheren Pflanzen zu regen, vor allem wurde die Richtigkeit der GUIGNARD'schen Angaben in Frage gestellt.

Da war es zunächst FARMER, der fand, dass die Spindelbildung in den Pollenmutterzellen von *Lilium Martagon* ganz ohne Verbindung mit Centrosomen vor sich gehe, dass sich dort derartige Körper gar nicht, wohl aber häufig extranucleare Nucleolen beobachten liessen, nach welchen hin Kinoplasmafasern verlaufen konnten [1])

Auch ZIMMERMANN gelang es nicht, bei Liliaceen Centrosomen sichtbar zu machen [2]).

Den Hauptschlag erhielten jedoch die GUIGNARD'schen Befunde durch die schon öfter zitierten „Cytologischen Studien" [3]).

Eins der wichtigsten Resultate, welche der gemeinsamen Arbeit einer Anzahl Forscher aus dem Bonner Institut entsprangen, war der Nachweis des Nichtvorhandenseins von Centrosomen bei höheren Gewächsen, des unzweifelhaften Vorhandenseins derselben bei verschiedenen niederen Kryptogamen. Zur Untersuchung waren Pflanzen, die den verschiedensten Verwandtschaftskreisen angehörten, herangezogen worden. Mit den mannichfaltigsten Fixierungs- und Färbemethoden wurden sie behandelt. Während bei den niederen Pflanzen Centrosomen bezw. centrosomenähnliche Gebilde deutlich sichtbar gemacht werden konnten, gelang ihr Nachweis bei den höheren nicht.

Wohl hielt GUIGNARD zähe an seiner Meinung fest [4]). Er wies darauf hin, dass dann allein im organischen Reiche den höheren Pflanzen diese Gebilde abgehen würden; bei den niederen Tieren fänden sie sich vor, ebenso bei den höheren, auch die niederen Pflanzen besässen sie, und den höheren Pflenzen sollten sie nicht zukommen?

Dieser durch das Fehlen der Centrosomen zwischen den höheren Pflanzen einerseits und allen übrigen Organismen andererseits geschaffene Gegensatz bewog aber auch gerade die Forscher, denen der Nachweis von Centrosomen bei ersteren nicht gelang, ihre ganze technische Geschicklichkeit und Beobachtungsgabe einzusetzen, um diese Gebilde auch bei den höheren Pflanzen nachzuweisen. Man musste gegen die Anschauung voreingenommen sein, dass es keine Centrosomen bei den höheren Pflanzen gebe. Die strengste Selbstkritik gehörte dazu, sich nicht durch anderweitige centrosomenähnliche

---

1) B. FARMER, Über Kernteilung in *Lilium*-Antheren, besonders in bezug auf die Centrosomenfrage. Flora, Bd. LXXX, 1895, S. 58.

2) A. ZIMMERMANN, Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes. Jena 1896, S. 63, 64.

3) Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, l. c.

4) L. GUIGNARD, Les centres cinétiques chez les végétaux. Ann. d. sc. nat., Bot., 8. sér., T. V., 1898, S. 178.

Gebilde, die wohl hier und da Stellen im Zellkörper einnahmen, an welchen Centrosomen vermutet werden konnten, verleiten zu lassen und einen voreiligen Schluss zu ziehen.

GUIGNARD hielt, wie erwähnt, an seiner Anschauung fest, wenngleich er zugibt, nicht überall, wo sie zu erwarten waren, jene Körper gefunden zu haben, die er als Centrosomen deuten möchte[1]. Doch der rechte Glaube an das Vorhandensein dieser Körper bei den höheren Gewächsen war geschwunden. Anscheinend auch bei GUIGNARD selbst, wie der Vergleich der Abbildungen in seinen späteren Publikationen mit den der ersten Arbeiten erkennen lässt[2].

Nachdem nochmals im Jahre 1899 STRASBURGER[3]) die Angaben geprüft und nach eingehenden Untersuchungen sich gegen das Vorhandensein der Centrosomen bei höheren Pflanzen ausgesprochen hatte, schien der Streit geschlichtet.

Die Frage wäre begraben gewesen, wenn nicht nach etwa einjähriger Pause eine Anzahl entgegengesetzt lautender Angaben sie wieder von neuem aus ihrer Ruhe gezerrt hätte.

Zunächst war es BERNARD[4]), der bei *Lilium candidum*, *Helosis guyanensis*, *Lilium Martagon* sowohl in generativen, wie in vegetativen Zellen Centrosphären nachwies, dann fand YAMANOUCHI[5]) ebensolche Körper in den Pollenmutterzellen von *Lilium longiflorum* und SCHAFFNER[6]) in den Embryosackmutterzellen und vegetativen Zellen von *Erythronium*.

Die Angaben des ersten der genannten Forscher sind besonders eigentümlich deshalb, weil sie nicht nur zu denen FARMER's und MOTTIER's, welche das Vorhandensein von Centrosomen in Abrede stellten, sondern auch zu denen GUIGNARD's in gewissem Gegensatz stehen.

BERNARD fand nämlich, dass die Centrosphären, welche er beobachten konnte, keineswegs so wohl ausgebildet auftraten, wie sie GUIGNARD angibt. Die Sphären selbst waren in manchen Stadien gar nicht zu beobachten, auch war sowohl die Zahl der Centrosphären am Kern, wie die Zahl der Centrosomen in der Sphäre

1) l. c., 1898.

2) Vergl. die zahlreichen Arbeiten über doppelte Befruchtung, sämtlich zitiert bei COULTER and CHAMBERLAIN. Morphology of Angiosperms, 1903, S. 162ff.

3) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 156ff. Dort auch die neuere Literatur.

4) CH. BERNARD, Recherches sur les sphères attractives de *Lilium candidum*, *Helosis guyanensis* usw. Journ. de Bot., T. XIV, 1900, S. 124ff.

5) S. YAMANOUCHI, Einige Beobachtungen über die Centrosomen in den Pollenmutterzellen von *Lilium longiflorum*. Vorl. Mitt., Beih. zum Bot. Centralbl., Bd. X, 1901, S. 301.

6) J. H. SCHAFFNER, A contribution to the life-history and cytology of *Erythronium*. Bot. Gaz., vol. XXXI, 1901, S. 369.

und ihre Form verschieden, kurzum die Gesetzmässigkeit in ihrem Auftreten, wie die Regelmässigkeit in der Form, die bei den GUIGNARD'schen Angaben so sehr imponierten, wurden in Abrede gestellt.

YAMANOUCHI fand seine Centrosomen an den Kernen der Pollenmutterzellen von *Lilium longiflorum*. Auch ihm gelang es nicht, in allen Stadien Centrophären zu beobachten, ferner traten die Gebilde, den Abbildungen nach zu urteilen, auch nicht in bestimmter Form auf.

In der dritten Arbeit, derjenigen von SCHAFFNER, werden diese Körper für generative, wie vegetative Kerne von *Erythronium* angegeben. Nach Text und Abbildungen muss es jedoch als unwahrscheinlich gelten, dass es sich bei den von ihm geschilderten Gebilden um Centrosomen handelt.

Alle diese Angaben waren nicht danach angetan, als besonders kräftige Stützen für das Vorhandensein von Centrosomen zu dienen. Die Frage war jedoch wieder aufs neue aufgeworfen, und es war eine Entscheidung zu fällen.

So habe ich denn die Angaben nachgeprüft, und halte es für zweckdienlich, hier über meine diesbezüglichen, in den Rahmen dieses Berichtes fallenden, bisher nicht publizierten Untersuchungen in aller Kürze zu berichten.

Diese erstreckten sich zunächst auf die Mutterzellen des Pollens und Embryosacks und die vegetativen Zellen von *Lilium Martagon*, auf die Embryosäcke und vegetativen Zellen von *Lilium candidum* und *Lilium speciosum*, von letzterem auch die Pollenschläuche, auf die Pollenmutterzellen von *Lilium longiflorum*. Dann wurden aber, soweit möglich, auch andere Pflanzen herangezogen, die in dieser oder jener Weise sich zur Beobachtung besonders eigneten, hauptsächlich solche, für welche früher Centrosomen angegeben worden waren.

Speziell bei der Herstellung der Liliaceenpräparate habe ich alle irgendwie Erfolg versprechenden Variationen in der Behandlungsweise vorgenommen. Die Fixirung geschah mit dem schwächeren und stärkeren FLEMMING'schen Gemisch (auch von BERNARD, YAMANOUCHI und SCHAFFNER angewandt), mit dem schwächeren und stärkeren HERMANN'schen Gemisch, schliesslich mit Sublimat-Eisessig. Die Dauer der Einwirkung wurde verschieden lang bemessen, 2 bis 12 Tage in den beiden ersten Gemischen, 4 bis 18 Stunden im letzten. Als Färbemittel dienten das FLEMMING'sche Dreifarbengemisch (von BERNARD, YAMANOUCHI und SCHAFFNER angewandt), Jodgrün-Fuchsin (von BERNARD besonders empfohlen). Um das Rüstzeug möglichst zu vervollkommnen, wurde ferner ein Tinktionsverfahren gründlich nach allen Seiten hin ausprobiert, welches bei tierischen Objekten zum Sichtbarmachen der Centralkörper hervorragend gute Dienste geleistet hatte, die Eisenhae-

matoxylin-Methode in der Modifikation, wie sie vornehmlich von F. MEVES im Kieler anatomischen Institut angewandt wurde[1]).

Das Studium aller Objekte ergab nicht den geringsten Anhaltspunkt für das Vorhandensein von Centrosomen. In den Pollenmutterzellen von *Lilium Martagon* und *Lilium longiflorum* war an ruhenden wie an den sich teilenden Kernen nichts von Centrosomen zu entdecken. Der ganze den Kern umgebende Cytoplast wurde systematisch nach den Körperchen durchforscht — mit negativem Erfolg. Ganz besondere Aufmerksamkeit wurde dem Stadium der Spindelanlage bei der ersten Teilung geschenkt. Man findet hier jene oft beschriebenen und abgebildeten multipolaren Spindeln vor, aus deren Mehrpoligkeit verschiedentlich der Schluss auf das Nichtvorhandensein von Centrosomen gezogen wurde. Die von MEVES[2]) über die Entwickelung der sogenannten wurmförmigen Samenfäden von *Paludina vivipara* gemachten Beobachtungen räumten diesen Einwand hinweg. Es traten MEVES in den Spermatiden dieser Süsswasserschnecke mehrpolige Spindelanlagen entgegen, von denen jeder Pol mit einem Centrosom versehen war. Die einzelnen Centrosomen traten später bei Bildung der zweipoligen Spindel an zwei entgegengesetzten Punkten der Zellperipherie zusammen. Trotz eifrigsten Suchens konnte ich auch in den mit Eisenhaematoxylin tingierten Präparaten kein einziges centrosomähnliches Gebilde an den Polen antreffen. Auch an der fertigen zweipoligen Spindel war nichts davon zu finden. Die Spindelpole endigten immer in der Hautschicht. Sie waren öfters in mehrere Spitzen gespalten, die sich hier und da kreuzen konnten; oft bogen sich die Spindelenden und liefen der Hautschicht entlang, ohne jedoch nach einem Centrosom hin gerichtet zu sein. Eine Endigung der Spindelpole, zumal in solcher Entfernung von der Hautschicht, wie sie GUIGNARD für *Lilium Martagon*, YAMANOUCHI für *Lilium longiflorum* abbildete, war niemals zu beobachten, Centrosomen infolgedessen auch an diesen Stellen nicht nachzuweisen. In den Anaphasen der ersten Teilung konnten wohl hier und da einige der gewöhnlich in diesem Stadium auftretenden, extranuklearen Nukleolen in der Nähe der Pole liegen, doch waren sie immer sofort als solche zu erkennen. An den Kernteilungsfiguren der zweiten Teilung schlug das Untersuchungsresultat ebenfalls negativ aus. Am Schluss der zweiten Teilung lagen die Kerne der Regel nach so dicht der Hautschicht angeschmiegt, dass ein Centrosom höchstens in einer Vertiefung der Kernoberfläche hätte Platz finden können.

1) Über die Einzelheiten dieser Färbungsmethode vgl. E. STRASBURGER, Das botanische Praktikum, IV. Aufl. 1902, S. 70.

2) In den Mitteilungen für den Verein Schlesw. Holst. Ärzte, Jahrg. X, No. 1, 1901 und an anderen Orten.

Sehr zweckmässig erschien es, die generative Zelle im Pollenkorn, ihre Teilungsstadien und die aus diesen hervorgehenden, die Spermakerne enthaltenden Zellen auf Centrosomen hin zu prüfen. Sind es doch auf tierischem Gebiet die den letzteren entsprechenden Spermatozoiden, welche im Befruchtungsakt das bei der Teilung des Keimkerns in Funktion tretende Centrosom in das nach den unterdess veröffentlichten Untersuchungsergebnissen centrosomlose Ei einführen und finden sich ferner bei den entsprechenden Elementen der Pteridophyten und einiger Gymnospermen, jene als Blepharoplasten bezeichneten Gebilde vor, welchen von verschiedenen Seiten Centrosomennatur zugesprochen war.

Die linsen- resp. halbmondförmige, generative Zelle im Pollenkorn von *Lilium Martagon* und *Lilium speciosum*, welche auf diesen Punkt hin untersucht wurde, ist anfangs dicht mit Plasma erfüllt, welches sich, wie das auch schon MOTTIER[1]) angab, in gut gelungenen mit Safranin-Gentianaviolett-Orange G gefärbten Schnitten rein violett-blau tingiert und so seine kinoplasmatische Natur anzeigt. Schon vor, besonders deutlich aber bei der Keimung des Pollenkorns treten in ihrem Innern regelmässig rundliche, meist aber in die Länge gezogene, stäbchenförmige, in der Färbung sich wie Nukleolen verhaltende Körperchen auf und zwar oft in grosser Menge. Auch MOTTIER fielen diese auf. Er teilt darüber Folgendes mit[2]): „Im Cytoplasma der generativen Zellen können oft ein oder mehrere Körper beobachtet werden, die sich ganz wie extranucleare Nukleolen färben, was sie in der Tat auch sind. Zwei derselben können nebeneinander in der Nähe des Kerns oder getrennt an entgegengesetzten Seiten desselben liegen; schliesslich können sie beliebig in der halbmondförmigen Plasmamasse verteilt sein. Wenn diese extranuclearen Nucleolen nahe am Kern liegen, könnte es einem unerfahrenen Beobachter den Anschein erwecken, als wären Centrosomen vorhanden.“ Ausser diesen Nukleolen waren am generativen Kern sowohl vor, wie nach der Keimung keine Körperchen zu entdecken, die als Centrosomen hätten gedeutet werden können. Auch die verschiedensten Modifikationen der HEIDENHAIN'schen Eisenhaematoxylin-Methode, die ich anwandte, konnten keine derartigen Gebilde sichtbar machen. Die bei der Teilung nur schwach ausgebildeten Spindelfasern verliefen im Plasma, ohne auf ein Centrosom zu treffen. An allen Teilungsstadien, die mir entgegentraten, waren keine Centrosomen nachzuweisen. — In Pollenkörnern, in deren Innern schon vor der Keimung der generative Kern sich geteilt hatte, wie

1) D. M. MOTTIER, Über das Verhalten der Kerne bei der Entwicklung des Embryosacks und die Vorgänge bei der Befruchtung. Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. XXXI, S. 146.

2) l. c., S. 146.

bei *Triticum* und *Alisma*, konnte ebenfalls keine Andeutung von einem Centrosom bemerkt werden. Ebenfalls gelang der Nachweis von Centrosomen nicht an den Teilungsbildern im Pollen von *Iris germanica* und *Pseudacorus*.

Ich hielt es für geeignet, auch die Pollenmutterzellen von *Larix* in den Kreis der Untersuchung zu ziehen, zunächst, weil für sie früher Centrosomen angegeben, dann aber auch schön ausgebildete Polstrahlungen an den Teilungsfiguren abgebildet worden waren, in deren Centrum man, nach den Befunden bei tierischen Objekten zu urteilen, die Anwesenheit eines Centrosoms vermuten durfte. An dem mit dem stärkeren FLEMMING'schen Gemisch fixierten Material wurde auch hier die MEVES'sche Färbungsmethode in verschiedenen Variationen angewandt. Es zeigte sich aber, dass in den meisten Fällen, wie dies auch neuerdings STRASBURGER[1]) angibt, die Spindelpole die Hautschicht erreichen, dass aber auch hier und da die Befestigung der Spindel durch ein Kinoplasmafasersystem bewirkt wird, „das bis zur Hautschicht reicht und die Kernspindel in ihrer Lage befestigt[2]).“ Nur selten fand ich Teilungsbilder, in welchen die polaren Fasern strahlenförmig vom Spindelpol als Mittelpunkt sich verbreiteten. Ein Centrosomnachweis gelang auch hier nicht, ebenfalls nicht an den Teilungsfiguren im Pollenkorn.

Schliesslich wurden noch die von den Arbeiten GUIGNARD's[3]) und STRASBURGER's[4]) her bekannten Pollenmutterzellen von *Nymphaea* untersucht. Von GUIGNARD war die Existenz von Centrosomen in diesen behauptet, von STRASBURGER verneint worden. STRASBURGER fand wohl die Insertionsstelle der Spindel als kleine Anschwellung in der Hautschicht markiert vor. Hier und da zeigten sich auch Körnchen an der Insertionsstelle, ferner wurden die Spindelenden, was besonders in den Anaphasen deutlich hervortrat, in eine körnige Masse umgewandelt, die sich später auf die Tochterkernanlagen zurückzog. Alle diese Bildungen konnten aber nicht als Centrosomen gedeutet werden. Es interessierte mich, festzustellen, wie sich die Anschwellung an der Hautschicht und die geschilderten Körnchen dem Eisenhaematoxylinverfahren gegenüber verhielten, ob nicht vielleicht durch diese Methode sich doch ein Gebilde von der Umgebung abheben würde, das der Form und Lage nach als Centrosom angesprochen werden könnte. Meine Bemühungen waren jedoch ohne Erfolg. In einigen Fällen war ich allerdings im Zweifel, ob ich nicht Centrosomen vor mir hatte. Da schienen Spindelpole

1) Über Reduktionsteilung usw., S. 151.

2) Vgl. auch l. c., Fig. 155.

3) Les centres cinétiques chez les végétaux. Annales des sc. natur. Bot., sér. 3, Tome V., S. 177.

4) l. c.

mit dunklen Punkten an die Hautschicht anzuschliessen; es stellte sich aber nach eingehender Untersuchung heraus, dass ich es hier mit infolge der dichter zusammentretenden Fasern dunkler erscheinenden Spindelpolenden zu tun hatte, die nach der dem Beobachter entgegengesetzten Seite umbogen. Die Umbiegungsstelle war es, die dann als dunkler Punkt erschien.

Diesen meinen Befunden seien noch die neuesten von STRASBURGER[1]) an den Pollenmutterzellen von *Asclepias* gemachten Beobachtungen angeschlossen. Hier erreichen die Spindelenden nicht die Hautschicht. STRASBURGER gelang es auch nicht in Material, welches nach der MEVES'schen Methode behandelt war, Centrosomen sichtbar zu machen, für deren Vorhandensein in den Pollenmutterzellen dieser Pflanze RACIBORSKI[2]) eintrat. Auch die späteren Untersuchungen über *Asclepias* förderten keine Centrosomen zutage[3]).

Um die BERNARD'schen Angaben nachzuprüfen, wandte ich mich an die Embryosäcke von *Lilium Martagon* und *Lilium candidum*. Die Embryosackzellen waren verhältnismässig lang. Die Spindeln des ersten Teilungsschritts stellten sich in weitaus den meisten Fällen schräg zur Längsachse der Zellen, manchmal fast senkrecht zu ihr, und erreichten so mit ihren Polen bald die seitlichen Hautschichten. Nach Fällen, wo die Längsachse der Spindel annähernd mit der der Zelle zusammenfiel, solchen Fällen also, die BERNARD abbildet, musste lange gesucht werden. Die Spindelendigungen erschienen hier aber anders als in den BERNARD'schen Figuren; die Pole waren scharf zugespitzt, und ich hege die Vermutung, dass noch feine Fasern von ihnen aus weiter bis zur benachbarten Hautschicht verliefen, um dort zu inserieren. Darauf deutet wohl auch die Krümmung nach der Seite zu, wo die nächst erreichbare Hautschicht liegt, hin. Dass keins der in der Nähe des Spindelpols bei der Anaphase der ersten Teilung liegenden Körperchen als Centrosom zu deuten war, ging aus der absolut übereinstimmenden Färbung dieser extranuklearen Nukleolen hervor. Auch bei der zweiten und dritten Teilung zeigten die Spindelpole sich in der Regel an der Hautschicht inseriert. Von Centrosomen war an ihren Enden, sowohl in Material, welches mit dem FLEMMING'schen Dreifarbengemisch, wie mit Jod-

---

1) Einige Bemerkungen zu der Pollenbildung bei *Asclepias*. Ber. der Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XIX, 1901, S. 450ff.

2) Flora 1897, Bd. LXXXIII, S. 351.

3) Vergl. C. S. GAGER, The Development of the Pollinium and Spermcells in *Asclepias Cornuti* Decaisne. Ann. of Bot., Vol. XVI, 1902, S. 123. — T. C. FRYE, A morphological Study of certain Asclepiadaceae. Bot. Gaz., Vol. XXXIV, 1902, S. 389. — P. DOP, Sur le pollen des Asclépiadées. Comptes rendus de l'Acad. Paris, T. 135, 1902, S. 710. — Derselbe, Sur le développement de l'ovule des Asclépiadées. Ebenda, S. 800.

grün-Fuchsin und Eisen-Hämatoxylin gefärbt worden war, nichts zu entdecken. Dagegen fand ich Körper, welche vielleicht mit Centrosomen hätten verwechselt werden können, im fertigen Embryosack von *Lilium candidum* öfters vor. Sie lagen gewöhnlich am sekundären Embryosackkern und erinnerten in etwas an den von BERNARD in seiner Fig. 4, Taf. IV zur Darstellung gebrachten Fall. BERNARD bildet da einen Teil des Embryosacks von *Lilium Martagon* mit einem ruhenden Kern ab. Neben dem Kern liegt eine Plasmaansammlung, in der sich ein im Verhältnis zu den anderen abgebildeten „Centrosomen" drei- oder noch mehrmal grösserer Körper befindet. BERNARD glaubt nicht, dass es sich hier um einen extranuklearen Nukleolus handelt. Mir traten nun in den Embryosäcken von *Lilium candidum* ganz ähnliche Bilder entgegen. Neben den Polkernen, bezw. dem sekundären Embryosackkern, befanden sich ein oder mehrere Körper, von welchem jeder mit einer filzigen Plasmaschicht umhüllt war. Dieselben Körper fanden sich auch frei im Cytoplasma vor. Sie waren, wie sich aus der Färbung und dem Verhalten gegen Reagentien entnehmen liess, keine Nukleolen, sondern irgendwelche andere überschüssige Stoffe, die sich vielleicht in kleinen Vakuolen resp. Alveolen gesammelt hatten und durch eine dichte Plasmaschicht gegen die Umgebung abgegrenzt worden waren. Höchst wahrscheinlich waren es fett- oder ölhaltige Substanzen, da sie durch die Osmiumsäure enthaltenden Fixierungsmittel geschwärzt waren. Centrosomen waren es demnach auf keinen Fall[1]).

Eine Prüfung des Embryosacks von *Alisma Plantago*, für welchen von SCHAFFNER vor längerer Zeit Centrosomen angegeben worden waren[2]), gab ebenfalls in dieser Beziehung keinen Anhaltspunkt. Es hätte sich da eventuell ein sehr interessantes Bild uns präsentieren können. Es finden sich, wie es bei den Phanerogamen Regel ist, auch bei *Alisma* in der Mitte des Embryosacks zwei Kerne vor, die miteinander zum sekundären Embryosackkern verschmelzen. Zugleich sollen auch die nach SCHAFFNER jeden Kern in Zweizahl begleitenden Centrosomen wechselweise sich vereinigen. Die Arbeit, in welcher SCHAFFNER diese Angaben machte, war schon erschienen, bevor der Vorgang der sogenannten vegetativen Befruchtung entdeckt worden war, der ja darin besteht, dass von den beiden in den Embryosack eintretenden Kernen sich der eine den Polkernen zugesellt und mit ihnen verschmilzt, ein Vorgang, den ich auch bei *Alisma* feststellen konnte. Wenn nun dieser zweite generative Kern, was nach GUIGNARD's Angaben zu vermuten war, auch noch zwei Centrosomen mitgeführt

1) Vergl. auch mein Referat über die BERNARD'sche Arbeit in der Bot. Ztg., 59. Jahrg., 1901, Nr. 12, Sp. 185.

2) J. H. SCHAFFNER, The Embryosac of *Alisma Plantago*. Bot. Gaz., Vol. XXI, 1896, S. 123ff.

hätte, so wäre uns ein ganzer Tummelplatz von Centrosomen entgegengetreten. Doch war nichts davon zu entdecken. Es erscheint mir nach den Bildern, die SCHAFFNER gibt, unwahrscheinlich, dass er den bogenförmig gekrümmten, dem sekundären Embryosackkern angeschmiegten Spermakern mit Centrosomen verwechselt hätte.

Auch bei der Eibefruchtung von *Alisma*, wie von *Lilium Martagon* und *candidum*, die ich daraufhin untersuchte, traten mir keine Centrosomen entgegen.

Über das Vorhandensein von Centrosomen in den vegetativen Zellen höherer Pflanzen sind seit jeher die Angaben spärlicher und weniger bestimmt gewesen. Den älteren Angaben von GUIGNARD[1]), DEMOOR[2]), SCHAFFNER[3]) und FULMER[4]) reihen sich die neueren von BERNARD und SCHAFFNER an. BERNARD meint Centrosomen im Albumen und den vegetativen Zellen des Ovulums von *Lilium Martagon* gefunden zu haben; doch glaubt er selbst nicht recht an die Centrosomennatur der von ihm beobachteten Körperchen. Für mich steht es ausser Zweifel, dass BERNARD extranukleare Nukleolen, die so leicht sich an den Spindelpolen vorfinden und Centrosomen vortäuschen können, vor sich hatte, zumal die von ihm abgebildeten Spindeln sich sämtlich im Stadium der Anaphase befinden, jenem Stadium, in welchem bei den Liliaceen in so grosser Menge extranukleare Nukleolen im Plasma auftreten, wie ich selbst beobachten konnte.

Extranukleare Nukleolen sind es wohl der Hauptmenge nach, welche mit Centrosomen verwechselt wurden. Auf solche liessen sich z. B. die centrosomenartig sich verhaltenden Körper im sporogenen Gewebe von *Psilotum triquetrum* zurückführen[5]). Auch die von DEMOOR in der Kälte ausgesetzten Zellen der Staubfadenhaare von *Tradescantia* beobachteten Gebilde lassen sich nach den Beobachtungen, welche HOTTES[6]) und SCHRAMMEN[7]) an den Zellen von

---

1) Nouvelles études etc. l. c.

2) Contribution à l'étude de la Physiologie de la cellule. Archives de Biologie, Tome XIII, 1894.

3) Karyokinesis in the Root Tips of *Allium Cepa*. Bot. Gaz., Vol. XXVI, 1898, S. 225, Taf. XXI.

4) Cell Division in Pine Seedlings. Ebenda, S. 239.

5) Vergl. hierzu S. (84) und L. GUIGNARD, L'origine des sphères directrices. Journ. de Bot., Tome VIII, 1894, S. 241. — F. ROSEN, Kerne und Kernkörperchen in meristematischen und sporogenen Geweben. COHN's Beitr. zur Biol. der Pflanzen, Bd. VII, 1896. — K. SHIBATA, Cytologische Studien über die endotrophen Mykorrhizen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXVII, 1902, S. 662.

6) Vergl. E. STRASBURGER, Über Reductionsteilung usw. S. 127.

7) FR. R. SCHRAMMEN, Über die Einwirkung von Temperaturen auf die Zellen des Vegetationspunktes des Sprosses von *Vicia Faba*. Verhandl. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande usw. LIX. Jahrg. 1902.

Pflanzenteilen, die der Kälte ausgesetzt waren, als extranukleare Nukleolen bestimmen. Mir traten bei meinen Untersuchungen mehrfach Fälle entgegen, wo solche Nukleolen jene Stellen im Plasmaleib einnahmen, an welchen man gegebenenfalls Centrosomen vermuten konnte. Auch können Anlagen von Chromatophoren hier und da in den Eizellen Stellungen einnehmen, welche an die von Centrosomen erinnern und so Anlass zu Täuschungen geben. Ich füge noch die Angaben von JUEL hinzu, der im Cytoplasma der Embryosackmutterzelle von *Larix europaea* seitlich neben den Spindelpolen Körneransammlungen vorfand, die seiner Ansicht nach Reste oder Umwandlungsprodukte von Faserpartien darstellen, welche er neben dem in der Prophase befindlichen Kern antraf. Vielleicht vertreten sie, so meint JUEL, die Stelle von Centrosomen[1]). Ob diese Vermutung richtig ist, sei dahingestellt.

Wie mannigfach besonders in vegetativen Zellen die centrosomähnlichen Gebilde sein können, zeigt die schon früher[2]) erwähnte NĚMEC'sche Zusammenstellung. Meines Erachtens unterliegt es keinem Zweifel, dass manches als Centrosom beschriebene Gebilde unter die vorhin angeführten einzureihen ist. Leicht können aber auch Beobachtungsfehler sich eingestellt haben, die auf optische Täuschungen zurückzuführen sind. Die Schwierigkeit ist gross genug, Centren von Strahlungssystemen polarer Kinoplasmafasern richtig zu erkennen.

Zum Schlusse will ich noch darauf hinweisen, dass in den zahlreichen neueren Publikationen, welche sich mit Kernteilungsfragen bei den höheren Pflanzen beschäftigen, teils nichts von Centrosomen erwähnt, teils ihr Vorhandensein in Abrede gestellt wird. Selbst in den ausserordentlich eingehenden neueren Arbeiten GUIGNARD's über den Befruchtungsvorgang bei den Angiospermen ist von Centrosomen nichts mehr zu entdecken. Ziehen wir dazu noch in Betracht, dass es einer Anzahl Forscher, wie FARMER, STRASBURGER, NĚMEC, ohne Schwierigkeit gelang, bei niederen Pflanzen Centrosomen sichtbar zu machen, während alle ihre Versuche, dasselbe bei höheren Pflanzen zu erreichen, fehlschlugen, so können wir uns mit Fug und Recht der Meinung STRASBURGER's[3]) anschliessen, dass die Behauptung, es müssten trotz alledem Centralkörper noch bei den höheren Pflanzen gefunden werden, zunächst nur den Wert persönlicher Überzeugung beanspruchen kann.

Die weiterschreitende Erforschung der Centrosomen bei den niederen Pflanzen hat ergeben, dass nur in den seltensten Fällen die

1) H. O. JUEL, Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXV, 1900, S. 635.
2) Vergl. S. (82).
3) E. STRASBURGER, Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XIX, 1901, l. c.

vollkommene Ausbildungsform des von einer individualisierten Kinoplasmasphäre umgebenen Körperchens zu beobachten ist. Für die Bryophyten, bei welchen derartige Centrosphären verschiedentlich angegeben wurden, muss ihre Existenz angezweifelt werden. Wenigstens fanden BR. M. DAVIS[1]) und CH. J. CHAMBERLAIN[2]) bei *Pellia* nur die Sphären ohne das eingeschlossene Körperchen, VAN HOOK[3]) und IKENO[4]) bei *Marchantia* nur ein Körperchen ohne Sphäre vor. Bei den Braunalgen und Diatomeen sind auch nur die Körperchen selbst vorhanden, welche den Mittelpunkt einer bei der Kernteilung besonders stark ausgebildeten Strahlung einnehmen. Die Körperchen selbst erscheinen dabei entweder kugelig oder länglich gestreckt und hantelförmig gebogen[5]). Sie vermehren sich durch Längsteilung und bestehen, wenigstens bei den Braunalgen, von einem Teilungsschritt zum anderen fort. Für ihren nuklearen Ursprung bei *Marchantia* tritt IKENO ein[6])[7]).

Es sei an dieser Stelle noch ein kurzer Bericht über die neueren Arbeiten angeschlossen, welche sich mit den **Blepharoplasten** befassen, d. h. jenen anfangs kugeligen Körpern, welche bei bestimmten Phasen der Spermatogenese der Pteridophyten und einiger Gymnospermen auftreten, sich später zu einem längeren Bande strecken, und als Cilienbildner fungieren. Auf der einen Seite werden diese Körper als homolog mit den Centrosomen angesehen, so von IKENO, HIRASE, BELAJEFF, MEVES und V. KORFF, während SHAW, STRASBURGER und WEBBER auf der anderen Seite diese Homologie in Abrede stellen[8]). STRASBURGER leitet vielmehr die Blepharoplasten

---

1) BR. MOORE DAVIS, Ann. of Bot., vol. XV, 1901, l. c. S. 147.

2) CH. J. CHAMBERLAIN, Bot. Gaz. vol. XXXVI, 1903, l. c. S. 28.

3) J. M. VAN HOOK, Notes on the Division of the cell and nucleus in Liverworts. Bot. Gaz. vol. XXX, 1900, S. 394.

4) IKENO, Beih. zum Bot. Centralbl. Bd. XV, 1903, S. 65.

5) Vergl. E. STRASBURGER, Jahrb. für wiss. Bot. Bd. XXX, 1897, S. 389ff. Dort auch weitere Literatur. Dazu noch DAVID M. MOTTIER, Ber. der Deutschen Bot. Ges. Bd. XVI, 1898, l. c. S. 123 und Ann. of Bot. vol. XIV, 1900, l. c. S. 163. Dann G. KARSTEN, Die Auxosporenbildung der Gattungen *Cocconeïs*, *Surirella* und *Cymatopleura*. Flora. Bd. LXXXVII, 1900, S. 253.

6) l. c. S. 72.

7) Betreffs der auf zoologischem Gebiet ventilierten Nomenklaturfrage verweise ich im besonderen auf BOVERI, Zellenstudien IV, Über die Natur der Centrosomen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXXV, N. F. 28, 1901, und F. MEVES, Über oligopyrene und apyrene Spermien und über ihre Entstehung nach Beobachtungen an *Paludina* und *Pygaera*. Arch. für mikrosk. Anatomie und Entwicklungsgesch. Bd. LXI, 1902, S. 46ff.

8) Ich verweise auf die diesbezügliche Literaturzusammenstellung in E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw. S. 177ff. Dazu F. MEVES, II. Bericht über „Zellteilung" in den Ergebnissen der Anatomie und Entwickelungsgeschichte. Bd. VIII, 1898, Wiesbaden 1899, S. 469.

von den cilienbildenden Organen bei den Schwärmsporen der Algen ab und hält sie für Gebilde sui generis.

Eine soeben erschienene Arbeit von IKENO[1]) über die Spermatogenese von *Marchantia polymorpha* ist vielleicht geeignet, eine Lösung der Frage herbeizuführen. IKENO konnte Centrosomen im ganzen Entwickelungsgang der Spermatogenese dieses Lebermooses verfolgen.

Bei den Innenzellen des jungen Antheridiums soll das Centrosom im Kern erscheinen, durch die Kernwand heraustreten und dann sich halbieren. Die Teilstücke wandern an zwei entgegengesetzte Seiten des Kerns. Von ihnen geht die Spindelbildung aus. Am Ende der Teilung verschwinden die Centrosomen, um bei Beginn der neuen Teilung wieder im Kern aufzutreten. Hier sind die Centrosomen also keine permanenten Gebilde. In den Spermatiden-Mutterzellen verschwinden sie jedoch nicht nach der Teilung, sondern bleiben unverändert erhalten, bis sie blepharoplastische Funktion übernehmen. Das Centrosom jeder Zelle rückt dicht an die Hautschicht, so dass es den Anschein erweckt, als habe man es mit einer Verdickung der Hautschicht zu tun, dort streckt es sich etwas und entsendet zwei gleichgerichtete Cilien. Es finden sich also nach IKENO typische Centrosomen bei allen Zellgenerationen der Antheridien, die erst bei der Spindelbildung sich beteiligen, beim letzten Stadium der spermatogenetischen Teilungen jedoch ihre Funktion wechseln und als Cilienbildner dienen sollen.

CHAMBERLAIN[2]) sucht in seiner kürzlich erschienenen Arbeit über *Pellia* zu begründen, dass Centrosomen, Centrosphären und Blepharoplasten entwickelungsgeschichtlich miteinander in Zusammenhang stehen und dass sie mit ihren Strahlungen, Spindelfasern und Cilien nur verschiedene Äusserungen kinoplasmatischer Aktivität sind, deren Hauptaufgabe in allen Fällen die Bewegung ist.

Kinoplasmatischer Natur sind, wie ihre schon oben berührte Entstehungsgeschichte lehrt, auch die **Cilien**[3]). Sie gehen bei den Schwärmsporen der Algen aus einer Verdickungsstelle der Hautschicht hervor. Die lokale Anschwellung der Hautschicht wird dabei vom Kern der Sporenanlage veranlasst, der sie auch zur Tätigkeit anregt, und zwar scheint diejenige Kernsubstanz dabei im Spiele zu sein, welche der Nukleolarsubstanz der höheren Pflanzen entspricht.

1) S. IKENO, Beiträge zur Kenntnis der pflanzlichen Spermatogenese: Die Spermatogenese von *Marchantia polymorpha*. Beih. zum Botan. Centralbl. Bd. XV, 1903, S. 65.

2) CHARLES J. CHAMBERLAIN, Mitosis in *Pellia*. Botan. Gaz. vol. XXXVI, 1903, S. 41 ff.

3) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw. S. 188 ff., dort auch die übrige Literatur.

In den Spermatiden der Farne, Wasserfarne, Schachtelhalme, Cycadeen und *Gingko* entwickeln sich die Cilien aus dem zu einem längeren Bande sich streckenden, im Cytoplasma des Zellinnern entstehenden Blepharoplasten. Die Cilienbildung selbst lässt sich mit der von Kinoplasmastrahlen im Cytoplasma und von Spindelfasern vergleichen[1]).

Den Cilien zur Seite zu stellen und auch aus Hautschichtsubstanz hervorzugehen scheinen STRASBURGER die **Plasmaverbindungen**, durch welche die Protoplasten benachbarter Zellen miteinander in Zusammenhang stehen[2]). In ihrer Anordnung und Ausgestaltung besitzen diese eine frappante Ähnlichkeit mit den Verbindungsfädenkomplexen, welche sich gegen Ende einer Karyokinese zwischen den jungen Tochterzellen zeigen. Hierauf hatte schon TANGL[3]) hingewiesen, es aber dahingestellt gelassen, ob diese Ähnlichkeit nur eine äusserliche oder entwickelungsgeschichtlich bedingte wäre. RUSSOW[4]) dagegen sprach sich für letztere Annahme aus, ebenfalls verschiedentlich GARDINER[5]), letzthin auch HILL[6]), während KIENITZ-GERLOFF[7]) und weiterhin auch STRASBURGER[8]) eine solche Entstehungsweise der Plasmaverbindungen aus Verbindungsfäden, welche nach der Teilung persistieren sollten, in Abrede stellten. Die Plasmaverbindungen entstehen nach ihnen vielmehr unabhängig von der Zellteilung und speziell STRASBURGER[9]) ist der Meinung, dass sie nachträglich in die Membranen, allerdings schon in deren jüngsten Entwicklungsstadien eingeschaltet werden, indem sie, von verschiedenen Protoplasten entspringend, innerhalb der Wandung aufeinander treffen, hier jedoch nicht verschmelzen, sondern nur in innigen Kontakt geraten. Nach A. MEYER's Untersuchungen bei *Volvox*[10])

---

1) E. STRASBURGER, l. c, S. 189.

2) E. STRASBURGER, Über Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXVI, 1901, S. 504, 506, 595 u. a. a. O.

3) E. TANGL, Über offene Kommunikationen zwischen den Zellen des Endosperms einiger Samen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XII, 1879—1881, S. 182.

4) RUSSOW, Über den Zusammenhang der Protoplasmakörper benachbarter Zellen. Sitzungsber. der Dorpater Naturf.-Gesellsch., Sept. 1883, S. 14.

5) W. GARDINER, The Histology of the Cell Wall with special reference to the mode of connection of Cells. Proceedings of the Royal Society Bd. LXII, 1898, S. 110, und The Genesis and Development of the Wall and connecting Threads in the Plant Cell, ebenda Bd. LXVI, 1900, S. 186.

6) A. HILL, The histology of the sieve-tubes of Pinus. Ann. of Bot., vol. XV, S. 575.

7) KIENITZ-GERLOFF, Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebselementen in der Pflanze. Botan. Zeitg. 1891, XLIX. Jahrg. Sp. 40.

8) E. STRASBURGER, Über Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXVI, 1901, S. 495 ff.

9) l. c. S. 502, 503.

10) A. MEYER, Die Plasmaverbindungen und die Membranen von *Volvox globator*, *aureus* und *tertius* mit Rücksicht auf die tierischen Zellen. Botan. Zeitg. Originalabh. Jahrg. LIV, 1896, S. 197.

dagegen sollen die Plasmaverbindungen sofort beim Auseinanderrücken der Zellen entstehen, doch hält er es für wahrscheinlich, dass nicht alle von vornherein ausgebildet werden, vielmehr auch später noch ihre Anlage möglich sei. A. Meyer hält es für nicht erwiesen, dass die Fortsätze der Protoplasten nur aufeinander treffen und in innige Berührung gelangen[1]), ebenfalls nicht, dass, wie Strasburger zu begründen sucht[2]), die Plasmaverbindungen der Hautschicht des Protoplasten angehören, sie stellen vielmehr nach ihm zu feinen Fäden ausgezogenes Cytoplasma vor und sind den Pseudopodien nahe zu stellen[3]). In dieser Auffassung bestärken ihn seine Beobachtungen an Pilzen, in welchen die Plasmaverbindungen durch blosse Einschnürung des Cytoplasmas seitens der ringförmig angelegten und durch Auflagerung von Membranlamellen nach innen wachsenden Zellwand entstehen[4]).

Die Plasmaverbindungen oder „Plasmodesmen", wie sie Strasburger zu bezeichnen vorschlägt[5]), finden sich in verschiedener Anordnung vor, entweder durchsetzen sie in ziemlich regelmässigen Abständen die Zellwände oder sie finden sich neben diesen an einzelnen Stellen der Zellwände gehäuft vor[6]). In Endospermzellen, deren Wände stark verdickt und mit Tüpfeln versehen sind, zeigt sich diese Anordnung, bedingt durch den eigentümlichen Bau der Wände, in auffallender Weise[7]). Entweder durchsetzen da die Plasmabrücken ausschliesslich die Tüpfelmembran, in der sie dicht nebeneinander verlaufen und in ihrer Gesamtheit an Kernspindeln erinnern, deren Pole von den benachbarten Zelllumina dargestellt werden, oder sie finden sich vereinzelt an beliebigen Stellen der Zellhaut vor. Die Plasmaverbindungen ersterer Art nennt Kohl „aggregierte", die der letzteren „solitäre". Beide Arten finden sich in einer Zelle in der Regel nicht vor. Die Beobachtungen an keimenden Samen[8]), welche stark verdickte, von solitären Plasmodesmen durchsetzte Endospermwände besassen, bekräftigten Stras-

---

1) E. Strasburger, l. c. S. 503. A. Meyer, Referat über die Strasburger'sche Arbeit in der Bot. Zeitg. LX. Jahrg., 1902, Sp. 104.

2) E. Strasburger, l. c. S. 504, 506.

3) A. Meyer, Referat l. c. Sp. 104 und Die Plasmaverbindungen und die Fusionen der Pilze in der Florideenreihe. Bot. Zeitg. LX. Jahrg., 1902, S. 142, 167 ff.

4) l. c. Botan. Zeitg. 1902, S. 144 ff.

5) l. c. S. 503.

6) E. Strasburger, l. c. S. 505 und Fr. Kuhla, Die Plasmaverbindungen bei *Viscum album*. Bot. Zeitg. 1900, Orig.-Abh. Taf. III. Fig. 27.

7) W. Gardiner, On the continuity of the protoplasm through the walls of vegetable cells. Arbeiten des bot. Instit. in Würzburg, Bd. III, Heft 1. 1884, S. 86 und F. Kohl, Dimorphismus der Plasmaverbindungen. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XVIII, 1900, S. 364.

8) E. Strasburger, l. c. S. 534 ff.

BURGER in der Annahme, dass es diese Plasmodesmen sind, welche zur Leitung des die Auflösung der Wände bewirkenden Ferments dienen. In herbstlichen Blättern werden die Plasmodesmen nicht eingezogen[1]), wie überhaupt bei langsamem Erlöschen der Lebensvorgänge eine Einziehung der Plasmodesmen zu unterbleiben scheint. Jedoch werden die Plasmodesmen bei Verletzungen, falls diese nicht den unmittelbaren Tod der Protoplasten zur Folge haben, ebenfalls bei anhaltender Plasmolyse[2]) aus den Zellwänden zurückgezogen.

Bei Veredelungen finden sich, wie STRASBURGER[3]) nachweisen konnte, an der Verwachsungsstelle zwischen Reis und Unterlage Plasmodesmen vor. Alles deutet darauf hin, dass durch diese Plasmaverbindungen eine Reizfortpflanzung stattfindet, derzufolge das durch Verwachsung mit einem anderen vereinigte Pflanzenglied zu ihm in ein korrelatives Verhältnis tritt. Zwischen *Viscum* und seiner Wirtspflanze konnte STRASBURGER[4]) ebensowenig, wie vor ihm KIENITZ-GERLOFF[5]) und KUHLA[6]) Plasmodesmen nachweisen. Bei *Cuscuta* treten allerdings die Siebröhren mit denen des Wirts in offene Kommunikation, es werden aber auch in diesem Falle sonst keine Verbindungen zwischen den Symbionten gebildet, durch welche sich der Parasit in lebendige Wechselwirkung mit seiner Wirtspflanze gesetzt hätte; er nutzt sie nur als Nahrungsquelle aus[7]). — Aus den Plasmodesmen in den Siebfeldern der Siebröhren gehen Schleimfäden, nicht Kallusfäden hervor[8]), wie der Vollständigkeit halber mitgeteilt sei.

Nach HILL's[9]), ferner KUHLA's[10]) Untersuchungen zeigen sich bei den Blütenpflanzen alle lebenden Zellen, welcher Gewebeart es auch sei, durch Plasmodesmen verbunden. Selbst in denjenigen Wänden, welche die Grenze zweier verschiedener Gewebearten bilden, waren in weitaus den meisten Fällen Plasmodesmen zu beobachten. In

1) E. STRASBURGER, l. c. S. 554ff.
2) l. c. S. 562, 563ff.
3) l. c. S. 584ff.
4) l. c. S. 599.
5) Botan. Zeitg. 1891, Sp. 65.
6) FR. KUHLA, Die Plasmaverbindungen bei *Viscum album*. Bot. Zeitg., LVIII. Jahrg., Orig.-Abh., S. 50.
7) Vergl. hierzu PEIRCE, On the structure of the Haustoria etc. Ann. of Botany, vol. VII, 1893, S. 292ff. und STRASBURGER l. c. S. 601, 602.
8) Vergl. hierzu E. STRASBURGER l. c. S. 522, dort auch die übrige Literatur. Dann ARTHUR W. HILL, The Histology of the sieve-tubes of *Pinus*. Ann. of Botany, Vol. XV, S. 575, und daran anknüpfend E. STRASBURGER's Bemerkungen zu dieser Arbeit, Bot. Zeitg. LX. Jahrg. 1902, Sp. 49.
9) A. HILL, Distribution and character of connecting threads in the tissues of Pinus sylvestris and other allied species. Proceedings of the Royal Society, London. Vol. LXVII, S. 186.
10) FR. KUHLA, Bot. Zeitg. l. c. S. 28.

verholzten oder verkorkten Membranen waren Verbindungsfäden nur sehr schwer, gewöhnlich garnicht zu erkennen. Dass auch bei niederen Pflanzen alle lebenden Zellen eines Individuums durch Plasmabrücken verbunden sein können, zeigten die Beobachtungen an Pilzen[1]).

Die Verbreitung der Plasmodesmen im Pflanzenreich scheint auch eine ziemlich allgemeine zu sein, wie aus den neueren Arbeiten von KIENITZ-GERLOFF[2]) und KOHL[3]) hervorgeht. Bloss bei den Algen, insbesondere bei den Fadenalgen, missglückte ihr Nachweis in den meisten Fällen. Hier ist nach KIENITZ-GERLOFF[4]) das Fehlen der Plasmodesmen sogar wahrscheinlich, da jede einzelne Zelle eines Fadens eine sehr weitgehende Selbständigkeit in Ernährung und Fortpflanzung besitzt.

Die Plasmodesmen dienen, um nur kurz ihren physiologischen Wert zu skizzieren, wie man jetzt allgemein annimmt, und worauf auch die vorhin erwähnten Veredelungsversuche hinweisen, der Reizübertragung[5]). Ferner haben sie — wenn auch manchmal nur in begrenzter Weise — in die Vorgänge des Stofftransports einzugreifen. Dass die Plasmodesmen auch als Bahnen für Plasmawanderung Verwendung finden können, wie KIENITZ-GERLOFF anfangs anzunehmen geneigt war[6]), erscheint ausgeschlossen[7]). Die Kerndurchtritte von einer Zelle in die andere, wie sie von MIEHE[8]),

1) A. MEYER, Botan. Zeitg. Bd. LX, 1902, S. 143, dort auch die übrige diesbezügliche Literatur.

2) KIENITZ-GERLOFF, Neue Studien über Plasmodesmen, Ber. der Deutschen Bot. Gesellschaft, Bd. XX, 1902, S. 93.

3) F. KOHL, Beiträge zur Kenntnis der Plasmaverbindungen in den Pflanzen. Beihefte zum Botan. Centralbl., Bd. XII, 1902, H. 3, S. 343.

4) l. c.

5) W. PFEFFER, Zur Kenntnis der Kontaktreize. Unters. aus dem Botanischen Institut zu Tübingen, Bd. I, Heft 4, 1885, S. 528. G. HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie, II. Aufl., 1896, S. 49. Ferner: Derselbe, Sinnesorgane im Pflanzenreich zur Perception mechanischer Reize. Leipzig bei W. ENGELMANN, 1901, S. 149 ff. Vergl. im übrigen die Literaturangaben in E. STRASBURGER, l. c. S. 533 ff.

6) F. KIENITZ-GERLOFF, Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebselementen in der Pflanze. Bot. Zeitg., XLIX. Jahrg., 1891, Sp. 56, und Protoplasmaströmung und Stoffwanderung in der Pflanze. Bot. Zeitg., LI. Jahrg., 1893, Orig.-Abh., S. 40; dagegen vergl. die letzte Abhandlung desselben, Bot. Zeitg. 1902, S. 110.

7) Eingehende Behandlung finden diese Fragen physiologischen Inhalts in HABERLANDT's Physiologischer Pflanzenanatomie, II. Aufl., 1896, an versch. O. PFEFFER's Pflanzenphysiologie, II. Aufl., Bd. I, 1897, S. 96 ff., und in E. STRASBURGER l. c. 1901, S. 533 ff.

8) H. MIEHE, Über die Wanderungen des pflanzlichen Zellkernes. Flora, Bd. 88, 1901, S. 105.

HOTTES[1]), SCHRAMMEN[2]) und mir[3]) geschildert wurden und wie sie STRASBURGER auch für die Eier und die diese umgebenden Zellen von Gymnospermen annimmt[4]), können nicht als Beweis für das Bestehen einer Plasmawanderung durch die Plasmodesmen herangezogen werden; handelt es sich doch hierbei um Vorgänge, die durch eine Alteration der Objekte (Verletzung, Fixierung, Einwirkung von hoher und niederer Temperatur u. a.) veranlasst wurden. Inwieweit die sehr merkwürdigen Befunde, welche FARMER, MOORE und DIGBY[5]) bei apogamen Farnen entdeckten, wo in der Region, in welcher die apogamen Auswüchse entstehen, zweikernige Zellen durch Wanderung des Kerns einer Zelle in eine benachbarte sich in grosser Zahl haben beobachten lassen, bei der Frage nach der Plasmawanderung verwertet werden können, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Dass bei den Pilzen eine Plasmawanderung von einer Zelle in die andere in normalem Zustand durch die Poren der Hyphenquerwände erfolgen kann, lehren besonders die Beobachtungen von REINHARDT[6]) und CHARLOTTE TERNETZ[7]). In diesen Fällen handelte es sich aber nach A. MEYER[8]) um eine Wanderung des Plasmas durch weitere Öffnungen noch unvollendeter ringförmiger Zellwände.

Daneben wurde aber auch beobachtet, dass durch feinere Kanäle bei den Pilzen normalerweise Kerne hindurchwandern[9]).

Es würde zu weit führen, hier ebenfalls auf die Verschmelzungen von Protoplasten einzugehen, die bei der Vereinigung von Myxomycetenamöben zu Plasmodien beim Auflösen der Wände aufeinander treffender Pilzhyphen und Milchröhren u. a. eintreten[10]). Be-

---

1) Nach dem Bericht von E. STRASBURGER in seiner Abhandlung über Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen, l. c. S. 552.

2) FR. R. SCHRAMMEN, Über die Einwirkung von Temperaturen auf die Zellen des Vegetationspunktes des Sprosses von *Vicia Faba*. l. c. 1902, S. 87.

3) M. KOERNICKE, Über Ortsveränderung von Zellkernen. Sitzungsber. der Niederrhein. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde, Bonn 1901, S. 14.

4) E. STRASBURGER, l. c. S. 550 ff.

5) J. B. FARMER, J. E. S. MOORE and L. DIGBY, On the cytology of apogamy and apospory. I. Preliminary note on apogamy. Proceed. of the Royal Soc. Vol. 71. S. 453.

6) M. O. REINHARDT, Das Wachstum der Pilzhyphen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXIII, 1892, S. 562.

7) CH. TERNETZ, Protoplasmabewegung und Fruchtkörperbildung bei *Ascophanus carneus*. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXV, 1900, S. 273 ff.

8) l. c. S. 150.

9) W. RUHLAND, Zur Kenntnis der intracellularen Karyogamie bei den Basidiomyceten. Bot. Zeitg. 1901, S. 187, Fig. 20, und GRANT SMITH, The Haustoria of the Erysiphe. Bot. Gaz., Vol. 29, 1900, S. 164.

10) Vergl. über die Zellfusionen das Bonner Lehrbuch der Botanik, 6. Aufl., S. 77.

sonders hinweisen möchte ich nur auf die eingehende Behandlung, welche A. MEYER[1]) diesen Bildungen widmet.

Dass das Plasma aus der schützenden Hülle der Membran durch Poren herausgeschickt und als **extramembranöses Plasma** oder Aussenplasma eine Reihe von Funktionen übernehmen kann, deren wichtigste der Membranbau ist, gibt F. SCHÜTT[2]) für Peridineen und Diatomeen an und beschreibt des genaueren dieses Aussenplasma[3]). Auch HAUPTFLEISCH[4]) glaubt bei Diatomeen durch die Poren hindurchgehende, feine Plasmafortsätze gesehen zu haben, und O. MÜLLER, der zuerst diese Beobachtungen bekämpft hatte[5]), bekannte sich später wiederholt[6]) ebenfalls zu der Annahme des aus den Poren heraustretenden, extramembranösen Plasmas, während KARSTEN[7]) für die Nichtexistenz dieses Plasmas eintritt. SCHÜTT's letzte Abhandlungen[8]) zeigen, dass er im Gegensatz zu KARSTEN auf seinem Standpunkt verharrt.

Auch für höhere Pflanzen war verschiedentlich das Vorhandensein extramembranösen Plasmas angegeben worden und zwar sollte sich in den Intercellularen lebendes Protoplasma vorfinden. L. KNY[9]), welcher die jungen und ausgewachsenen Lufträume von Wasserpflanzen daraufhin untersuchte, konnte in keinem Falle lebendes Protoplasma, sei es mit, sei es ohne Zellkerne oder Chromatophoren, als Auskleidung beobachten. —

Über die Art der **Zellhautbildung** bei den Pflanzen und die darüber existierende Literatur informiert uns am besten die Arbeit

---

1) Bot. Zeitg. 1902, S. 150, 170.

2) F. SCHÜTT, Die Peridineen der Planktonexpedition. I. Teil. Studien über die Zelle der Peridineen. Ergebnisse der Planktonexpedition der Humboldtstiftung. Herausgegeben von HENSEN, Bd. IV, 1895, S. 128ff.

3) Derselbe, Zentrifugales Dickenwachstum der Membran und extramembranöses Plasma. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXIII, 1899, S. 594ff.

4) P. HAUPTFLEISCH, Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. Mitteilungen des naturw. Vereins für Neu-Vorpommern und Rügen, 1895.

5) O. MÜLLER, Die Ortsbewegung der Bacillariaceen, III. Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XIV, 1896, S. 54ff.

6) Derselbe, Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen, I. Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XVI, 1898, S. 400ff. und II., ebenda, Bd. XVII, 1899, S. 443ff. Vergl. hierbei auch R. LAUTERBORN, Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen. Leipzig, bei ENGELMANN 1896, S. 119ff. und 133ff.

7) G. KARSTEN, Referat über die unter 3) angeführte Arbeit SCHÜTT's, Bot. Zeitg., 57. Jahrg., 1899, Sp. 331.

8) F. SCHÜTT, Die Erklärung des zentrifugalen Dickenwachstums der Membran. Bot. Zeitg., 58. Jahrg., 1900, Sp. 245ff., und Zentrifugale und simultane Membranverdickungen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXV, 1900, S. 470ff.

9) L. KNY, Lebendes Protoplasma in den Lufträumen von Wasserpflanzen. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Jahrg. 1900, Bd. XVIII, S. 43ff. Dort auch die ältere Literatur.

STRASBURGER's über die pflanzlichen Zellhäute[1]). Nach STRASBURGER sind die Zellhautstoffe Produkte des Protoplasma. Um Zellhäute zu bilden, werden sie entweder auf der Oberfläche des Protoplasten ausgeschieden oder verbleiben im Innern des Protoplasten, um dort mannigfache Ausgestaltungen zu erfahren. In manchen Fällen wird eine gegebene Cytoplasmamasse nachweisbar ohne sichtbaren Rest in Membranstoff verwandelt, der somit allem Anschein nach ein Spaltungsprodukt der Substanz des Cytoplasma ist. Eine ähnliche Verwandlung in Cellulose konnte TISCHLER[2]) bei den Plasmasträngen in dem Embryosack von *Pedicularis* und in den Epidermiszellen der Samenschale von *Corydalis* nachweisen. Die Zellhäute wachsen, wie STRASBURGER weiter angibt, in die Fläche durch passive Dehnung und gleichzeitige Anlagerung neuer Membranlamellen oder durch aktive Substanzeinlagerung. Das Dickenwachstum der Zellhäute erfolgt in den Geweben im allgemeinen durch Anlagerung neuer Membranlamellen; diese Membranlamellen erfahren meist keine weitere Dickenzunahme durch aktive Substanzeinlagerung, wohl aber mehr oder weniger weitgehende Veränderungen durch passive Infiltrationen und Inkrustationen. In bestimmten Fällen, so im besonderen bei frei entwickelten, oder aus dem Verbande tretenden Zellen, findet ein nachträgliches, oft mit bezeichnenden Gestaltungsänderungen verbundenes Dickenwachstum der angelegten Membranlamellen durch aktive Substanzeinlagerung statt. Wird in der bisher üblichen Weise das Wachstum durch Einlagerung als Intussusceptionswachstum bezeichnet, so greifen beide, getrennt oder vereint in das Flächen- und Dickenwachstum der Zellhäute ein. — TISCHLER konnte, wie STRASBURGER in den Massula-Anlagen von *Azolla*, im Embryosack von *Pedicularis* eine Verwandlung der Plasmastränge in Cellulose nachweisen.

REINHARDT's[3]) plasmolytische Versuche an *Vaucheria* gaben keine Anhaltspunkte für eine Dehnung der Membran, durch welche STRASBURGER das Flächenwachstum erklärt. Durch die Plasmolyse wird das Wachstum sistiert. Während REINHARDT zu dem Schlusse gedrängt wird, dass für das Membranwachstum eine Wechselwirkung zwischen Membran und Plasma anzunehmen ist, erscheint FITTING[4])

---

1) Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXI, 1898, S. 511ff.

2) G. TISCHLER, Über die Verwandlung der Plasmastränge in Cellulose im Embryosack bei *Pedicularis*. Berichte der phys.-ökon. Gesellsch. zu Königsberg 1899 und Derselbe, Untersuchungen über die Entwicklung des Endosperms und der Samenschale von *Corydalis cava*. Verh. des nat. med. Ver. zu Heidelberg, N. F., Bd. VI, 1901, S. 351ff.

3) M. O. REINHARDT, Plasmolytische Studien zur Kenntnis des Wachstums der Zellmembran. Festschr. für SCHWENDENER, 1899, S. 425.

4) H. FITTING, Bau und Entwicklung der Makrosporen von *Isoëtes* und *Selaginella*

bei dem Wachstum der Sporenhäute von *Isoëtes* und *Selaginella* eine direkte Beteiligung des Plasmas dabei ausgeschlossen zu sein. Diese Sporenhäute waren nämlich von einander isoliert und standen nicht in direkter Berührung mit dem Plasmakörper, zeigten jedoch Dicken- und Flächenwachstum. So scheinen diese Sporenhäute im Stande zu sein, selbstständig zu wachsen. DENKE[1]), welcher diese Verhältnisse nachprüfte, kam zu ähnlichen Resultaten.

Dass zur Zellhautbildung um isolierte Cytoplasmamassen das Vorhandensein eines Zellkerns darin oder eine lebendige Verbindung mit kernhaltigen Plasmamassen nötig ist, ergaben im Gegensatz zu PALLA[2]) die Untersuchungen von TOWNSEND[3]). Auch die GERASSIMOFF'schen Befunde weisen darauf hin, dass eine Beziehung zwischen Kern und Zellhautbildung besteht[4]). GERASSIMOFF erhielt auf experimentellem Wege in Spirogyrafäden kernhaltige und kernlose Zellen. Die Kernmasse in den kernhaltigen Zellen war dank der Entstehungsweise der Zellen eine doppelt so grosse, wie in den gewöhnlichen Spirogyrazellen. Dieser Überschuss an Kernmasse rief nun ein stärkeres allgemeines Wachstum hervor als bei den gewöhnlichen Zellen, und zwar ging das Wachstum der Zellwand am stärksten in der Umgebung des Kerns vor sich. Die kernlosen Zellen sollen auch etwas in die Länge wachsen können. Diese Verlängerung dürfte jedoch nach FITTING's Meinung[5]) auch ohne Wachstum der Zellwand lediglich durch Dehnung infolge Erhöhung des Turgors eintreten. Nach kurzer Zeit starben die kernlosen Zellen ab.

Durch die GERASSIMOFF'schen Beobachtungen erhielten auch die Angaben über die Lage des Zellkerns in sich entwickelnden Pflanzenzellen eine weitere Bestätigung. Der Kern befindet sich,

---

und ihre Bedeutung für die Kenntnis des Wachstums pflanzlicher Zellmembranen. Bot. Ztg., Bd. LVIII, 1900, S. 107.

1) P. Denke, Sporenentwicklung bei *Selaginella*. Beitr. zum bot. Centralbl., Bd. XII, 1902, S. 182 ff.

2) W. Palla, Beobachtungen über Zellhautbildung an des Zellkerns beraubten Protoplasten, Flora, Bd. LXXIII, S. 314. Vgl. dazu auch Ed. Strumpf, Zur Histologie der Kiefer. Abhandlungen der Krakauer Akademie 1899, der ebenfalls die Bedeutung der Kerne bei der Membranbildung leugnet.

3) Ch. O. Townsend, Der Einfluss des Zellkerns auf die Bildung der Zellhaut. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXX, 1897, S. 484.

4) J. J. Gerassimoff, Über die Lage und die Funktion des Zellkerns. Bull. de la Soc. des sc. nat. de Moscou 1899, S. 220, ferner: Über den Einfluss des Kerns auf das Wachstum der Zellen, ebenda 1901, S. 185, und: Die Abhängigkeit der Grösse der Zelle von der Menge ihrer Kernmasse, Zeitschr. für allgem. Physiol. Bd. I, 1902, S. 220.

5) Referat über die zweitgenannte Arbeit Gerassimoff's in der Bot. Zeitg., LX. Jahrg. 1902, Sp. 37.

wie HABERLANDT nachwies[1]), meist in grösserer oder geringerer Nähe derjenigen Stelle, an welcher das Wachstum am lebhaftesten vor sich geht oder am längsten andauert. Auch die Befunde von V. DERSCHAU[2]) an den Peristomzähnen der Laubmoose sprechen dafür. Dort zeigte sich bei der Anlage der Verdickungen nur immer da die Ansammlung der in Cellulose sich verwandelnden Mikrosomen des Plasmas, wo der Kern sich befand. W. MAGNUS[3]) konnte ebenfalls feststellen, dass in den Verdauungszellen von Mykorrhizen, in welchen sich Plasma in eine celluloseartige Masse umwandelt, Lage und Form des Kerns darauf hinweist, dass er in engster Beziehung zu dieser Cellulosebildung steht. Ähnliche Verhältnisse traten auch SHIBATA in den Pilzrhizomen von *Psilotum triquetrum* entgegen[4]).

Der Kern.

Seit dem Jahre 1896, wo das Buch von A. ZIMMERMANN über „Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns"[5]) erschien, sind unsere Kenntnisse über diesen Zellbestandteil wesentlich erweitert und vertieft worden. Wenn es auch nicht meine Absicht sein kann, über alle diesbezüglichen, seitdem erschienenen Arbeiten zu berichten, so will ich mich doch bemühen, möglichst alle heute interessierenden Fragen in der Kernforschung an der Hand der bemerkenswertesten Erscheinungen in der Literatur zu berücksichtigen.

Eine grosse Zahl von Forschern hat seine Untersuchungen auf den **Nachweis**, den **Bau und das Verhalten der Kerne in niederen pflanzlichen Organismen** gerichtet. Vor allem waren es die Schizophyten und Hefearten, deren Zellen auf Kernhaltigkeit hin studiert wurden.

Was die Bakterien betrifft, so stehen sich noch immer die Ansichten gegenüber, die für und wider die Kernnatur der im Plasma der Bakterien erkennbaren, sich in ihrem Verhalten Farbstoffen gegenüber wie Chromatin verhaltenden Körperchen sprechen. Für

1) G. HABERLANDT, Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen, Jena 1887.

2) M. v. DERSCHAU, Die Entwicklung der Peristomzähne des Laubmoossporogoniums. Ein Beitrag zur Membranbildung. Bot. Centralbl., Bd. LXXXII, 1900, S. 161.

3) W. MAGNUS, Studien an der endotrophen Mykorrhiza von *Neottia Nidus avis* L., Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXV, 1900, S. 243.

4) K. SHIBATA, Cytologische Studien über die endotrophen Mykorrhizen, Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXVII, 1902, S. 661.

5) In diesem Buche, S. 14—33, unterrichte man sich über die chemische Zusammensetzung des pflanzlichen Zellkerns, ferner in den früher zitierten neueren Arbeiten von E. ZACHARIAS.

deren Kernnatur tritt im besonderen A. Meyer[1]) ein, während Alfr. Fischer[2]) und Migula[3]) sie nicht als Kerne gelten lassen wollen. Beide Ansichten haben ihre Anhänger gefunden, wie die meist im Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten veröffentlichten Arbeiten der letzten Jahre zeigen[4]). Das Vorhandensein eines Kerns nimmt auch Bütschli[5]) für die Bakterienzelle an, jedoch besteht nach ihm mindestens die Hauptmasse des Bakterienleibes aus einem geformten Zellkern.

Ebensowenig wie bei den Bakterien, konnte man sich bis jetzt bei den Cyanophyceen in der Frage nach dem Kern einigen. Wiederum ist es Alfr. Fischer[6]) auf der einen Seite, welcher die Cyanophyceenzelle als kernlos ansieht. Ihm schliessen sich weiterhin besonders Macallum[7]), Zacharias[8]) und Massart[9]) an, während

---

1) Arthur Meyer, Studien über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Bakterien, ausgeführt an *Astasia asterospora* A. M. und *Bacillus tumescens* Zopf. Flora 1897, Erg.-Bd. S. 199. — Derselbe, Über Geisseln, Reservestoffe, Kerne und Sporenbildung der Bakterien. Flora 1899, S. 456, und Praktikum der botanischen Bakterienkunde, Jena bei Gust. Fischer, 1903, S. 85.

2) Alfr. Fischer, Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Jena, bei Gust. Fischer, 1897, S. 116. — Derselbe, Vorlesungen über Bakterien. Jena, bei Gust. Fischer, 1897, S. 7, und II. Aufl., 1903, S. 6.

3) W. Migula, Weitere Untersuchungen über *Astasia asterospora* Meyer. Flora, LXXXV. Bd., 1898, S. 145. — Vergl. auch die Behandlung der Zellkernfrage in Migula, System der Bakterien. I. Bd. Jena, bei Gust. Fischer, 1897, S. 72.

4) Erwähnt seien hier ausserdem die Arbeiten von: A. B. Macallum, On the cytology of non-nucleate Organisms. Transactions of the Canadian Institute, 1899, Vol. VI, p. 439. — Auch G. Hinze, Über den Bau der Zellen von *Beggiatoa mirabilis* Cohn. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XIX, 1901, S. 369. Vorläufige Mitteilung zu der in in den Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, N. F., Bd. VI, 1902, S. 187—212, veröffentlichten ausführlicheren Arbeit. — Ferner: Derselbe, *Thiophysa volutans*, ein neues Schwefelbakterium. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XXI, 1903, S. 313. — Dann J. Massart, Recherches sur les organismes inférieurs. V. Sur le protoplasme des Schizophytes. Mém. couronn. et autres mém. de l'academ. Belg., Tome LXI, und Recueil de l'inst. bot., Univers. de Bruxelles, publ. par L. Errera, Tome V, 1901, S. 251 ff. — Macallum, Hinze und Massart stellen das Vorhandensein eines Zellkerns bei den Bakterien in Abrede.

5) Vergl. seine neueste Mitteilung hierüber: Bemerkungen über Cyanophyceen und Bakterien. Archiv für Protistenkunde, I. Bd., 1902, S. 42. — Im Zusammenhange damit sei erwähnt Fr. Schaudinn, Beiträge zur Kenntnis der Bakterien und verwandter Organismen. I. *Bacillus Bütschlii* n. sp. Ebenda S. 306. Ferner das Referat von A. Meyer in der Botan. Ztg. LXI. Jahrg., 1903, Spalte 1.

6) Alfr. Fischer, Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Jena, bei Gustav Fischer, 1897, S. 66 ff.

7) l. c. 1899.

8) E. Zacharias, Über die Cyanophyceen. Abh. aus dem Geb. der Naturwiss., herausgeg. vom naturwiss. Verein Hamburg, Bd. XVI, 1900.

9) l. c. 1901.

BÜTSCHLI[1]), HEGLER[2]) und ganz neuerdings auch KOHL[3]) den Zentralkörper der Spaltalgen als Kern deuten. Die Arbeiten der beiden letztgenannten Forscher scheinen in der Tat geeignet, eine Lösung der Frage zugunsten der Kernnatur des Zentralkörpers herbeizuführen. Nach HEGLER sind die Kerne in allen Zellen in Einzahl vorhanden. Ihre Form hängt von der der Zellen ab. In ruhenden Zellen bestehen sie aus einer nur wenig färbbaren Grundmasse und kleinen, dieser eingelagerten Körnchen, welche sich den Färbungsmitteln gegenüber wie Chromatin verhalten und Chromatinkörper genannt werden. Von den Kernen der höheren Pflanzen unterscheiden sie sich durch das Fehlen von Nukleolen und einer färbbaren Kernmembran. Bei Beginn der Teilung verschmelzen die kleinen Chromatinkörnchen zu grösseren Verbänden, den Chromosomen. Diese Chromosomen weichen dann senkrecht zur Richtung der späteren Zellteilungswand auseinander. Hierbei tritt in allen Fällen eine streifige, schwach färbbare Verbindungszone auf, die erst nach vollendeter Zellteilung schwindet. KOHL's Untersuchungen bilden zum Teil eine Bestätigung, zum Teil eine Erweiterung der HEGLER'schen Angaben. Auch er findet, dass das bisher als Zentralkörper bezeichnete, in der Zelle immer in Einzahl vorhandene Gebilde den Kern der Cyanophyceenzelle darstellt. Er ist ein selbständiges Organ des Protoplasten. Er nimmt vorwiegend das Zentrum der Zelle ein, besteht aus einer wenig tingierbaren Grundmasse, in welche eine bestimmte Farbstoffe stärker speichernde, chromatische Substanz eingelagert ist. Ferner finden sich eigenartige Einschlüsse, sogenannte Zentralkörner, im Kern vor. Von den Kernen höherer Organismen unterscheidet sich der Cyanophyceenzellkern durch das Fehlen einer deutlich färbbaren Kernmembran, durch das Fehlen von Nukleolen und durch seine abweichende Gestalt. Die periphere Kernmasse ist in feine Ausstrahlungen zerteilt, die aber durch die meisten Fixierungsmittel zum Einziehen gebracht werden. Tritt der Kern in Teilung ein, so nimmt zunächst in ihm die färbbare Substanz (Chromatin) zu. Die vorher wenig sichtbaren Fäden des Gerüstes werden dicker, und ein Kernfaden tritt deutlich hervor. Derselbe zerfällt in Kernsegmente (Chromosomen) von bestimmter Anzahl, welche sich in gesetzmässiger Folge und in typischer Weise umformen und umlagern und in äquivalenten Mengen in polarer Richtung auseinander rücken, um die beiden Tochterkerne erzeugen zu helfen. Der Zentralkörper schnürt sich dabei in der Mitte ein, so dass seine Teilung in eine gewisse

1) l. c. S. 47.

2) R. HEGLER, Untersuchungen über die Organisation der Phycochromaceenzelle. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXVI, 1901, S. 311ff.

3) F. KOHL, Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle und die mitotische Teilung ihres Kerns. Jena, GUST. FISCHER, 1903.

Beziehung zur amitotischen Kernteilung gesetzt werden kann. — Eine Bestätigung der KOHL'schen Befunde dürfte in gewissem Umfange die ihrem Abschluss entgegengehende, unabhängig von den KOHL-schen Untersuchungen entstandene Arbeit von OLIVE bringen, der im Bonner Botanischen Institut besonders die Oscillarien auf die Kernnatur ihres Zentralkörpers hin studierte und zu ganz ähnlichen Resultaten wie KOHL gelangte.

Dass die Hefezellen echte Kerne besitzen, wird nach den Untersuchungen der letzten Jahre, welche sich mit dem Bau und der Teilung der Kerne, ferner mit der Kopulation zweier Hefezellen und der dabei stattfindenden Kernverschmelzung (Karyogamie) beschäftigen, wohl niemand mehr bezweifeln[1]).

Auch bei den übrigen Pilzen wurde die stete Anwesenheit von Kernen in den Hyphen nachgewiesen und ihr Verhalten in den verschiedensten physiologischen Zuständen geprüft[2]).

Im Bau sollen sich nach FEINBERG[3]) die Kerne der niederen Organismen von denen der höheren unterscheiden und dadurch leicht der Nachweis von parasitisch in höheren Organismen lebenden, niederen Lebewesen gelingen. Erstere sollen nur aus einem nukleolusartigen Körper, dem Kernpunkt, bestehen, der von einer nicht färbbaren Zone, deren Bildung wohl dem Kernsaft zukommt, umgeben ist. Bei den Hefekernen fehlt dieser Hof. Der Kernpunkt besteht seinem Verhalten nach aus Chromatin und enthält keinen Nukleolus oder Nukleolarsubstanz, auch kein Kerngerüst. Einen derartigen Bau sollen nach FEINBERG[4]) auch die Kerne der Myxomyceten besitzen.

---

1) Eine Orientierung über die umfangreiche Hefeliteratur bietet uns der Aufsatz von E. JAHN, Die Morphologie der Hefe und die Entdeckung ihrer Sexualität. Naturwiss. Rundschau Bd. XVII, 1902, S. 273—276. — Derselbe, Der Zellbau und die Fortpflanzung der Hefe. Archiv für Protistenkunde, Bd. II, 3. Heft, 1903. — Ferner A. GUILLIERMOND, Recherches cytologiques sur les levures. Revue générale de Bot., Tome XV, 1903, S. 49ff.

2) Auch hier kann ich zwecks Orientierung in der Literatur auf die zusammenfassenden Arbeiten verweisen, so auf: FR. OLTMANNS, Über die Sexualität der Pilze. Biol. Centralbl, Bd. XXI, 1901, S. 433—442. — Ferner E. JAHN, Der Streit über die Sexualität der höheren Pilze. Naturwiss. Rundschau, Bd. XVI, 1901, S. 637ff, 649ff., 664ff. — Schliesslich auf R. MAIRE, Recherches cytologiques et taxonomiques sur les Basidiomycètes. Thèse présentée à la faculté des sciences de Paris, Sér. A, No. 429, 1902.

3) L. FEINBERG, Über den Erreger der Kohlhernie. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XIX, 1901, S. 533. — Über die Unterscheidung des Kerns der Pflanzenzellen von dem Kern der einzelligen tierischen Organismen. Ebenda, Bd. XIX, 1901, S. 281. — Ferner: Über den Bau der Ganglienzelle und über die Unterscheidung ihres Kerns von dem Kern der einzelligen tierischen Organismen. Monatsschr. für Psychol. und Neurol., Bd. XI, S. 401. — Über den Bau der Hefezellen und über ihre Unterscheidung von einzelligen tierischen Organismen. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XX, 1902. S. 567.

4) L. FEINBERG, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, l. c.

Die älteren und neueren Untersuchungen, welche die cytologischen Verhältnisse bei den Schleimpilzen berücksichtigen, weisen jedoch mit Bestimmtheit darauf hin, dass diese Kerne alle Bestandteile der Kerne höherer Pflanzen besitzen können[1]).

Ähnliche Verhältnisse, wie die von FEINBERG angegebenen, scheinen nach GOLENKIN[2]) bei *Sphaeroplea*, *Spirogyra*, vielen Siphoneen, Confervoideen, Protococcoideen und allen Volvocaceen, selbst bei Moosen vorzuliegen, wenigstens sind hier die Nukleolen die Träger der Chromatinsubstanz. Bei *Sphaeroplea* sollen die Chromosomen sämtlich aus dem Nukleolus hervorgehen. — Dass die Nukleolen bei *Spirogyra* in Chromosomen sich ausspinnen, haben MOLL[3]) und MITZKEWITSCH[4]) angegeben. VAN WISSELINGH[5]) allerdings behauptet, dass bei *Spirogyra* nur zwei bezw. ein Faden oder Schlauch dem Nukleolus seine Entstehung verdanke während die übrigen Kernplattenelemente dem Kerngerüst entstammen.

Bei *Corallina* vereinigen sich, wie DAVIS[6]) beobachtete, beim Ende der Teilung die Chromosomen zu einer nukleolusartigen Chromatinkugel, die späterhin in eine unbestimmte Anzahl von Chromatinkörpern zerfällt. Diese erscheinen dann in einer homogenen Grundsubstanz des Kerns verteilt, in dem sich ausserdem ein Nukleolus zeigt.

Der **ruhende Kern der höheren und auch der meisten niederen Pflanzen** besitzt einen komplizierteren Bau. Er zeigt nach STRASBURGER[7]) Fadenstruktur. Die Fadenschlingen sind durcheinander gewunden und durch seitliche Fortsätze miteinander vereint. Der Zellkern

1) U. a. S. NAWASCHIN, Beobachtungen über den feineren Bau und Umwandlungen von *Plasmodiophora Brassicae* Woron. im Laufe ihres intracellularen Lebens. Flora, Bd. LXXXVI, 1899, S. 413. — R. A. HARPER, Cell and Nuclear division in *Fuligo varians*. Bot. Gaz., Vol. XXX, 1900, S. 217. — Vergl. auch neben der im ZIMMERMANN'schen Kernbuche S. 136. 137 zusammengestellten Literatur die neueren Arbeiten von W. E. OLIVE, Monograph of the Acrasieae. Proceed. of the Boston Soc. Nat. hist, Vol. XXX, 1902, No. 6, S. 451. — Ferner S. POWAZEK, Zur Kernteilung der *Plasmodiophora Brassicae* Woron. Österr. bot. Zeitschr., Bd. LII, 1902, S. 213.

2) M. GOLENKIN, Algologische Mitteilungen: Über die Befruchtung bei *Sphaeroplea annulina* und über die Struktur der Zellkerne bei einigen grünen Algen. Bull. de la soc. des sc. nat. de Moscou 1900.

3) W. MOLL, Observations on Karyokinesis in *Spirogyra*. Verh. d. Kon. Akad. van Wetensch. te Amsterdam, 2. Sect., Deel I, No. 9, 1893.

4) MITZKEWITSCH, Über die karyokinetische Teilung der Zellkerne bei *Spirogyra*. Flora, Bd. LXXXV, 1898, S. 81.

5) C. VAN WISSELINGH, Über den Nukleolus von *Spirogyra*. Ein Beitrag zur Kenntnis der Karyokinese. Bot Zeitg., 1898, S. 195, und Über Kernteilung bei *Spirogyra*. Flora, Bd. LXXXVII. 1900, S. 355.

6) BR. MOORE DAVIS, Kernteilung in der Tetrasporenmutterzelle bei *Corallina officinalis* L. var. *mediterranea*. Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XVI, 1898, S. 266.

7) Bonner Lehrbuch der Botanik, VI. Aufl., S. 52.

stellt demgemäss ein zartes Gerüstwerk dar, das aber am lebenden Objekt meist nur in einer feinen Punktierung sich offenbart. Einblick in die Kernstruktur ist nur an entsprechend fixierten und gefärbten Präparaten zu erlangen. Man stellt dann fest, dass die Hauptmasse des Gerüstes von einem dünnen, meist nicht tingierten Faden gebildet wird, in welchem stark sich tingierende Körnchen liegen. Die Substanz des Fadens hat man als Linin, diejenige der Körnchen als Chromatin unterschieden. Zwischen den Windungen des Lininfadens liegen in Ein- oder Mehrzahl, die grösseren sich intensiv, doch meist anders als die Chromatinkörnchen färbenden Kernkörperchen oder Nukleolen. Das Gerüstwerk des Kerns befindet sich innerhalb der Kernhöhle, die mit Kernsaft erfüllt und von der dem umgebenden Cytoplasma angehörenden, kinoplasmatischen Kernwand umgeben ist.

Nach van Wisselingh[1]) soll der Kern keine rein fädige Struktur besitzen. Sein Gerüst soll aus Klümpchen und Körnern bestehen, welche mit einander durch feine Fädchen verbunden sind. Zwei aus verschiedener Substanz gebildete Bestandteile, Chromatinkörner und Lininfäden kann van Wisselingh in ihm nicht unterscheiden. Grégoire und Wyngaerts[2]) bestätigen in den Hauptmomenten die Angaben van Wisselingh's. Auch sie können im Kern zwei Bestandteile, Linin und Chromatin, nicht unterscheiden. Alles ist nach ihnen Chromatin. Die dickeren Bestandteile des Kerngerüstes gehen durch gleichartige, dünner ausgesponnene in einander über. Nicht immer erscheint der Kern einfach netzig, wie van Wisselingh angibt, er besitzt auch alveoläre oder schwammige Struktur und ist dabei noch netzartig von Fäden durchzogen.

In den Zwischenräumen des Kerngerüstes liegen in schwankender Anzahl, meist 1—3, die Nukleolen oder Kernkörperchen, die als stark lichtbrechende Körperchen auch schon in lebenden Objekten deutlich hervortreten. Ihre Gestalt variiert. Meist sind sie kugelig bis eiförmig, manchmal sichelförmig, vielfach auch unregelmässig gelappt. Sie erscheinen in der Regel homogen, gelegentlich auch vakuolisiert[3]). Bei manchen Objekten, besonders Liliaceen, finden sich auch Nukleolen ausserhalb des Kerns im Cytoplasma verteilt vor, die extranuklearen Nukleolen.

Die Nukleolen in den Kernen der höheren Pflanzen sind ver-

---

1) C. van Wisselingh, Über das Kerngerüst. Bot. Zeitg., Jahrg. LVII, 1899, S. 155.

2) V. Grégoire et A. Wyngaerts, La reconstitution du noyau et la formation des chromosomes dans les cinèses somatiques. I. Racines de *Trillium grandiflorum* et télophase homoeotypique dans le *Trillium cernuum*. „La Cellule", T. XXI, 1. fasc., 1903, S. 7.

3) Zimmermann, l. c., S. 40ff.

schieden von denjenigen der niederen. Aus den der niederen gehen direkt Chromosomen hervor oder ihr Material wird bei der Chromosombildung verwandt[1]). Die der höheren liefern jedoch nach STRASBURGER das Material zur Bildung der kinoplasmatischen Zellbestandteile. Allerdings mehren sich die Angaben, dass auch sie sich an der Chromosomenbildung beteiligen[2]), eine Anschauung, die auf zoologischem Gebiet von HERTWIG besonders vertreten wird. Vielleicht haben wir, worauf die neueren Literaturangaben hinweisen, in dem Nukleolus einen Reservestoffkörper vor uns, welcher je nach Bedarf sowohl Kinoplasma-, wie Kernfadenmaterial liefert. Darauf würde auch die Zusammensetzung der Nukleolen aus Chromatin und Plastin hinweisen, wie sie CAVARA[3]) für die Kerne der höheren Pflanzen angibt. Das Plastin soll im Innern des Nukleolarkörpers sich vorfinden, während das Chromatin seine Oberfläche bildet. LONGO[4]) behauptet allerdings, dass CAVARA nur hohle, von der gewohnten Nukleolarsubstanz gebildete Kernkörperchen vor sich gehabt habe. Doch konnte CH. F. HOTTES[5]) durch bestimmte Kulturen Nukleolen erhalten, die denjenigen CAVARA's entsprachen. Nach CAVARA's[6]) Beobachtungen können sich beide den Nukleolus aufbauenden Teile von einander trennen. Zweierlei Nukleolen, chromophile und wenig chromophile, beschreibt auch PAMPALONI[7]) für die Kerne der meristematischen Zellen von *Psilotum triquetrum*, und COKER[8]) gibt neuerdings für den Kern der Zentralzelle einen Chromatinnukleolus, für den der Eizelle einen Plastinnukleolus an. Verschiedentlich wurde im Hinblick darauf, dass das Chromatin der

1) Vergl. hierzu auch D. M. MOTTIER, Nuclear and Cell Division in *Dictyota dichotoma*. Ann. of Bot, Vol. XIV, 1900, S. 163. — Ferner CH. J. CHAMBERLAIN, Mitosis in *Pellia*. Bot. Gaz, Vol. XXXVI, 1903, S. 39.

2) A. ZIMMERMANN, l. c., S. 68. — BL. GARDNER, Studies on Growth and Cell division in the root of *Vicia Faba*. Publ. of the Univ. of Pennsylv., New ser. N. 6. Contrib. from the Botan. Labor., Vol. II, N. 2, 1901, S. 150. — B. M. DUGGAR, On the development of the pollen-grain and the embryo-sac in *Bignonia venusta*. Bull. of the Torrey Botan. Club, Vol. XXVI, S. 89, 1899. — H. WAGER, Nature, Vol. LXVII, 1902. — W. C. COKER, On the Gametophytes and Embryo of *Taxodium*. Bot. Gaz., Vol. XXXVI, 1903, S. 115.

3) F. CAVARA, zuletzt in Breve contribuzione alla conoscenza del Nucleolo. Bull. della soc. bot. Ital„ 1902, S. 108.

4) LONGO, Esiste cromatolisi nei nuclei normali vegetali? Rendiconti della R. Ac. dei Lincei, Vol. VII, Sem. 1, Ser. 5a, Fasc. 10, 1898, S. 284, 290.

5) Bericht von E. STRASBURGER in „Über Reduktionsteilung, Spindelbildung usw. 1900, S. 138. Dort auch die zoologische Litteratur hierüber.

6) l. c.

7) L. PAMPALONI, Il fenomeni cariocinetici nelle cellule meristemati degli apici vegetativi di *Psilotum triquetrum*, Annali di Botan. del Prof. PIROTTA. Vol. I, Roma 1903, Fasc. II, S. 75.

8) l. c., S. 115 und 120.

Chromosomen, welches die erbliche Substanz darstellt, aus dem Nukleolus hervorgehe, die Ansicht geäussert, dass der Nukleolus im ruhenden Kern diese erbliche Substanz enthalte[1]).

Die Angaben, wonach aus den Nukleolen Centrosomen hervorgehen können[2]), haben sich als irrig erwiesen oder sind doch wenigstens sehr in Frage gestellt[3]).

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass nach V. Haecker[4]) die Nukleolen nicht einen Reservestoff, sondern ein Abspaltungsprodukt des Stoffwechsels darstellen, welches während der vegetativen Tätigkeit der Zelle und des Kerns in oder an den chromatischen Balken und Fäden zur Abscheidung gelangt und noch während der Kernruhe oder zu Beginn der Mitose als eine Art Sekret aus dem Kernraum entfernt wird, und zwar entweder in gelöster oder auch in ungelöster Form, eine Vorstellung, die kaum auf das Pflanzenreich passt[5]).

Der Kernsaft tritt, wie Lawson[6]) neuerdings mitteilt, bald nachdem die Tochterchromosomen die Pole der Spindel erreicht haben, in deren Mitte in einer kleinen Vakuole auf, die sich allmählich ausdehnt und so die Kernhöhle liefert, deren Wand erst dann sich deutlich zeigt, wenn der Kernsaft, der anfangs nur an die die Höhlung rings umkleidenden Chromosompartien gelangen konnte, bei der weiteren Ausdehnung der Vakuole, mit dem umgebenden Cytoplasma in Berührung gekommen ist.

Über die Kernwand und deren Hautschichtnatur wurde schon im ersten Teil[7]) berichtet. Ebenso darüber, wie sie sich bei dem Beginn der Kernteilung verhält. Auch wurde die Entstehung der sog. achromatischen Spindelfigur bei der Karyokinese geschildert, so dass es noch erübrigt, auf das **Verhalten der chromatischen Bestandteile des Kerns bei der Teilung** einzugehen.

In den Kernen der vegetativen Zellen, die sich in ihrem Teilungsmodus in bestimmten Punkten von den ersten Teilungen in

---

1) Auf botanischem Gebiet besonders: H. H. Dixon, The possible Function of the Nucleolus in Heredity. Ann. of Bot., Vol. XIII, 1899, S. 269. — Bl. Gardner, l. c.

2) G. Karsten, Über Beziehungen der Nucleolen zu den Centrosomen bei *Psilotum triquetrum*. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XI, 1893, S. 555. — M. Lavdowsky, Von der Entstehung der chromatischen und achromatischen Substanzen in den tierischen und pflanzlichen Zellen. Anatom. Hefte, Bd. IV, 1894, S. 355.

3) L. Guignard, L'origine des sphères directrices. Journ. de Bot., 1894. — A. Zimmermann, l. c., S. 69.

4) V. Haecker, Praxis und Theorie der Zellen- und Befruchtungslehre, S. 116.

5) E. Strasburger, Über Reduktionsteilung usw., S. 139.

6) Anstruther A. Lawson l. c.

7) S. (78).

Pollen-Embryosack- und Sporenmutterzellen unterscheiden, treten zunächst nach den Berichten STRASBURGER's und seiner Schüler folgende Veränderungen ein[1]). Aus dem feinen Gerüstwerk sondert sich der dicker und kürzer gewordene Kernfaden heraus. Sein Chromatingehalt hat zugenommen und damit auch seine Tingierbarkeit, doch ist festzustellen, dass es nur aufeinanderfolgende Chromatinscheibchen des Fadens sind, welchen diese starke Färbung zukommt und dass sie durch nichtgefärbte Lininbrücken verbunden werden. Daher die an manchen Stellen mehr oder weniger deutliche Querstreifung des Kernfadens. Hierauf zerfällt der Kernfaden in eine bestimmte Anzahl von Chromosomen. Das Kernkörperchen und die Kernwand lösen sich auf, die Spindelfasern dringen in die Kernhöhle ein, um sich zum Teil an den Chromosomen, die unterdes eine Längsspaltung erfahren haben, und zwar meist in der Nähe eines Endes festzusetzen (Zugfasern), zum Teil mit ihren Enden aufeinanderzutreffen und so als ununterbrochene Fäden von einem Pol zum andern zu verlaufen (Stützfasern). Während dieser Ausbildung der achromatischen Spindelfigur gelangen die Chromosomen in die Teilungsebene und die Kernplatte. In den Metaphasen, welche auf die bis jetzt geschilderten Prophasen der Teilung folgen, werden die aus der Längsspaltung der ursprünglichen Segmente hervorgegangenen Tochterchromosomen nach den Polen befördert. Dann, in den Anaphasen, biegen sich ihre freien Enden einwärts. Während die Kernwand gebildet wird, verschmelzen die Chromosomen mit ihren Enden, sie beginnen sich zu strecken und ineinander zu winden. Das Chromatin nimmt ab, Nukleolen treten auf, das Aussehen des typischen ruhenden Kerns ist wieder erreicht.

Über einzelne Punkte in dem Verhalten der chromatischen Kernbestandteile bestehen noch abweichende Ansichten. So hat VAN WISSELINGH[2]) angegeben, dass die Kernfäden nicht aus abwechselnden Chromatin- und Lininscheiben aufgebaut sind. Sie sollen Querstriche zeigen, weil sie aus abgeplatteten Klümpchen und Körnern und feinen zusammengezogenen Verbindungen bestehen. Auch GRÉGOIRE und WYGAERTS[3]) stellen diesen Bau in Abrede. Die helleren Partien in den Chromosomen sind nach ihren Untersuchungen Alveolen in der ausschliesslich aus Chromatin bestehenden Masse der Chromosomen. Auf der anderen Seite beobachteten MOTTIER[4]) und

1) Vgl. das Bonner Lehrbuch der Botanik, VI. Aufl., S. 69, und die bei Gelegenheit der Schilderung der Spindelbildung in vegetativen Zellen in diesem Bericht zitierte Litteratur.

2) VAN WISSELINGH, l. c., 1899, S. 163.

3) V. GRÉGOIRE et A. WYGAERTS, 1903, l. c, S. 10ff und Fig. 21.

4) D. M. MOTTIER, Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXX, 1897, l. c., S. 171.

HOF[1]), dass der Kernfaden aus einem ununterbrochenen Lininfaden besteht, in welchen die Chromatinscheiben in bestimmten Abständen eingelagert sind. Jede Chromatinscheibe besteht aus einer Vereinigung von kleineren Körnern.

Die allgemein angenommene Entstehungsweise der Chromosomen durch Segmentierung eines zusammenhängenden Kernfadens, der sich aus dem Kerngerüst heraussondert, wird von VAN WISSELINGH und von GRÉGOIRE und WYGAERTS in Frage gestellt. Sie nehmen wie schon angegeben, beim Gerüst des ruhenden Kerns keine fädige Struktur an und unterscheiden kein Chromatin und Linin. Nach VAN WISSELINGH[2]) zieht sich ein Teil der feinen Fädchen im Gerüst, welche die Klümpchen und Körner miteinander verbinden, zusammen. Dabei nähern sich diese Klümpchen und Körner, verschmelzen miteinander, wobei die anfangs dünnen und langen, später durch Kontraktion dicker und kürzer werdenden Chromosomen entstehen. Eine ähnliche Anschauung vertritt ANDREWS[3]), demzufolge die Chromosomen in den Pollenmutterzellen von *Magnolia* und *Liriodendron* als unregelmässige, klumpige Massen ohne vorherige Bildung eines Kernfadens im Kern hervortreten sollen. Nach GRÉGOIRE und WYGAERTS[4]) geht die Chromosomenbildung in folgender Weise von statten. Die Verbindungen zwischen den alveolisierten Chromosomen, aus welchen das Kerngerüstwerk besteht, ziehen sich ein. Die Chromosomen kontrahieren sich weiter, wobei sich ihre Alveolen verlieren, und schliesslich erscheinen sie als homogene Bänder. In deren Längsachse treten im weiteren Verlauf eine Reihe von Alveolen auf. Die Chromatinbrücken, welche diese Alveolen trennen, werden nach und nach eingezogen, bis eine vollständige Längsspaltung der Chromosomen erreicht ist. Wenn die Tochterchromosomen an die Pole gelangt sind, treten in ihnen wieder Alveolen auf, die an Zahl derart zunehmen, dass der ganze Körper des Chromosoms netzartig durchbrochen scheint. Durch feine Anastomosen verbinden sie sich miteinander, jedoch wird die Verbindung niemals eine so innige, dass der zusammengesetzte Charakter des so entstandenen Kerngerüstes verloren ginge.

Auch betreffs des Zeitpunkts, in welchem der Kernfaden in die Chromosomen zerfällt, stehen verschieden lautende Angaben ein-

---

1) A. C. HOF, Histologische Studien an Vegetationspunkten. Bot. Centralbl. Bd. LXXVI, 1898, S. 168.

2) VAN WISSELINGH 1899, l. c., S. 163.

3) F. M. ANDREWS, Karyokinesis in *Magnolia* and *Liriodendron* with special reference to the behavior of the chromosomes. Beih. zum Bot. Centralbl., Bd. XI, 1902, S. 136.

4) GRÉGOIRE et A. WYGAERTS, 1903, l. c., S. 35 ff.

ander gegenüber. MOTTIER[1]), HOTTES[2]) und SCHRAMMEN[3]) verlegen diesen Vorgang in die Zeit, wo die Spindelfasern in die Kernhöhle eindringen, HOF[4]) und NĚMEC[5]), auch GRÉGOIRE und WYGAERTS[6]) fanden jedoch die Chromosomen getrennt schon in dem Stadium vor, wo die Kernwand noch intakt war.

Was die Anheftungsstelle der Zugfasern an den Chromosomen vegetativer Kerne betrifft, so wurde durch die BELAJEFF'sche Mitteilung vom Jahre 1899 „Über die Reduktionsteilung des Pflanzenkerns" [7]) eine Revision der diesbezüglichen Angaben veranlasst. BELAJEFF wandte sich gegen die Angabe STRASBURGER's, dass die Chromosomen der vegetativen Teilung zwei ungleich lange Schenkel haben. Er fand, dass die Chromosomen ein Band darstellen, welches genau in der Mitte an den Zugfasern befestigt und an dieser Stelle umgebogen ist. Die Nachprüfungen STRASBURGER's[8]) und HOF's[9]) ergaben, dass die Chromosomen allerdings hier und da in dieser Weise an den Spindelfasern befestigt und so gleichlange Schenkel aufweisen können, dass aber in den weitaus meisten Fällen ihre Insertion dem einen Ende mehr als dem anderen genähert ist, ja sogar unter Umständen mit dem einen Ende zusammenfällt.

In den **Kernen der Pollen-, Embryosack- und Sporenmutterzellen** zeigen sich bestimmte Eigentümlichkeiten, welche die beiden ersten Teilungen in diesen Kernen von allen übrigen unterscheiden. Diese Eigentümlichkeiten hängen innig zusammen mit einer Reduktion der Chromosomenzahl um die Hälfte, welche sich in den genannten Kernen vollzieht.

Um die Frage, wie diese Reduktion zu stande kommt, ob eine Reduktionsteilung im Pflanzenreiche existiert oder nicht, entbrannte in den letzten Jahren ein besonders heisser Kampf. Von dem Zoologen WEISMANN wurde eine **Reduktionsteilung** gefordert,

---

1) D. M. MOTTIER, Über das Verhalten der Kerne bei der Entwicklung des Embryosacks und die Vorgänge bei der Befruchtung. Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. XXXI, 1898, S. 153.

2) CH. F. HOTTES, Über den Einfluss von Druckwirkungen auf die Wurzel von *Vicia Faba*. Inaug.-Dissert. Bonn 1901.

3) Fr. R. SCHRAMMEN, Über die Einwirkung von Temperaturen auf die Zellen des Vegetationspunktes des Sprosses von *Vicia Faba*. Verhandl. des naturhist. Ver. der preuss. Rheinl., Jahrg. 59, 1902.

4) A. C. HOF, l. c., S. 168.

5) B. NĚMEC, Über die karyokinetische Kernteilung in der Wurzelspitze von *Allium Cepa*. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXIII, 1899, S. 319.

6) GRÉGOIRE et WYGAERTS, l. c., S. 45.

7) Wl. BELAJEFF, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XVI, 1897, S. 30.

8) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 107.

9) A. C. HOF, l. c., S. 224.

erstens damit die durch den Befruchtungsakt von Generation zu Generation stattfindende Verdopplung der Chromosomenzahl kompensiert werde und ferner um eine Erklärung der Verschiedenheit zu erhalten, welche die Nachkommen derselben Eltern aufweisen. Es musste sich ausser der durch einen Längsspaltungsvorgang eingeleiteten „Äquationsteilung" noch eine Kernteilung einstellen, bei welcher die Chromosomen, ohne vorangegangene Längsteilung sich in zwei Gruppen scheiden, von denen jede einen der beiden Tochterkerne bildete. Durch eine solche Verteilung würde nicht nur die Zahl der Chromosomen (Idanten) und damit der in ihnen enthaltenen selbstständigen Keimplasmaportionen (Ide) auf die Hälfte reduziert (numerische Reduktion), sondern es wäre damit auch eine Scheidung derselben in qualitativ verschiedene Gruppen (qualitative Reduktion) verbunden.

Eine Anzahl Zoologen und Anatomen brachten nun Belege für die WEISMANN'sche Anschauung in zahlreichen Untersuchungen herbei, u. a. VOM RATH, RÜCKERT, HAECKER. Doch bald stellten die Beobachtungen von FLEMMING und MEVES, CARNOY und dessen Schülern das Vorhandensein einer derartigen Reduktionsteilung in Frage, ja schlossen es sogar aus.[1])

Auf botanischem Gebiet wurde die Frage ebenfalls geprüft und auch hier stellten sich bald Widersprüche heraus. Es kann nicht meine Aufgabe sein, hier die einzelnen Phasen des Kampfes zu schildern, welcher um die Lösung dieser Frage entbrannte, es genüge die Mitteilung, dass sich auf der einen Seite besonders STRASBURGER und seine Schüler, ferner GUIGNARD und GRÉGOIRE für ein Nichtvorhandensein einer Reduktionsteilung im Pflanzenreich aussprachen, während auf der anderen Seite besonders ISHIKAWA und BELAJEFF einer derartigen Reduktionsteilung das Wort sprachen[2]).

Die Beobachtungen an den Kernteilungen in den Pollenmutterzellen von *Iris* waren es hauptsächlich, welche BELAJEFF veranlassten, für das Vorhandensein einer Reduktionsteilung im Pflanzenreich einzutreten, und es erscheint mir zweckmässig, an der Hand der Angaben dieses Forschers die Art und Weise der Reduktionsteilung, wie er sie annimmt, zu schildern.

Im Kern der Pollenmutterzellen spaltet sich der Kernfaden der Länge nach; durch Querteilungen zerfällt er in die einzelnen Chromosomen, die somit schon längsgespalten sind und Doppelstäbchen dar-

---

1) Über die zool. Literatur vergl. V. HAECKER, Praxis und Theorie der Zellen- und Befruchtungslehre. Jena, GUST. FISCHER 1899. Ferner WILSON, The Cell, II. Aufl., New York, Macmillan Company, 1900.

2) Die umfangreiche botanische Literatur findet sich in dem Werke STRASBURGER's Über Reduktionsteilung usw. 1900 und ferner in J. M. COULTER and CH. J. CHAMBERLAIN, Morphology of Angiosperms, 1903, S. 114ff., 139ff. angeführt.

stellen. Diese zunächst in doppelter Anzahl vorhandenen, längsgespaltenen Chromosomen sollen sich dann paarweise zu X Y Z-förmigen Figuren vereinigen und entsprechend gestaltete Kernplattenelemente liefern. Auf diese Weise soll die numerische Reduktion sich vollziehen. Bei dem Auseinanderweichen der Elemente hat man die bekannten V-förmigen Figuren vor sich, welche nach BELAJEFF die Längshälften je zweier zuvor vereinigter Mutterchromosomen sind. Diese Hälften trennen sich nun bei der zweiten Kernteilung in der Pollenmutterzelle, wodurch sich Kerne mit verschiedenartigen Chromosomen ergeben (qualitative Reduktion).

Bezeichnen wir die Chromosomen mit den Buchstaben a, b, c, d ...., so lässt sich nach BELAJEFF folgendes Schema dieser Reduktionsteilung aufstellen.

In den Kernen der Pollenmutterzellen sind die Chromosomen paarweise vereinigt, also

Mutterkern a + b, c + d ....

Nach der Spaltung der Elemente finden sich an der ersten Spindel folgende Verhältnisse vor:

Tochterkern a + b c + d ...
Tochterkern a + b c + d ...

Bei der zweiten Teilung werden die beiden Teilstücke der Chromosomen getrennt

Enkelkern a c ...
Enkelkern b d ...

und so besitzen die Enkelkerne nach BELAJEFF nicht identische Chromosomen, was ihm als materielle Erläuterung dient für die Erscheinung der Verschiedenheit zwischen den Nachkommen derselben Eltern.

Die entgegengesetzte Ansicht, die, wie schon erwähnt, auf botanischem Gebiet STRASBURGER und seine Schüler, ferner GUIGNARD und GRÉGOIRE vertreten, und die allmählich immer mehr Anhänger gefunden hat, ist die, dass eine Reduktionsteilung im Pflanzenreich nicht statthat, dass vielmehr die Reduktion der Chromosomenzahl schon vor Beginn der ersten Teilung in den Mutterzellen eingetreten ist. So sondern sich denn bei der Querteilung des längsgespaltenen Kernfadens die Chromosomen schon in der reduzierten Zahl heraus. Die Hälften jedes Paarlings können durch teilweise Trennung zu einander die verschiedenste Lage annehmen, so dass die auch von BELAJEFF beobachteten X Y V-förmigen, aber von ihm anders gedeuteten Figuren entstehen. Diese finden sich in der Kernplatte wieder. Die Hälften werden bei der ersten Teilung baldigst auseinandergezogen, erfahren auf dem Wege nach den Polen eine nochmalige Längsspaltung, so dass wir an den Polen

selbst wieder Doppelstäbchen vorfinden. Diese gehen in die Bildung des Tochterkernfadens ein. Sie sondern sich, ohne dass in den meisten Fällen der Kern ein Ruhestadium durchgemacht hätte, bei Beginn der zweiten Teilung wieder aus dem Faden heraus, ihre Bestandteile weichen auseinander und bilden weiterhin den Faden der Enkelkerne[1]).

Eine eigentümliche Lagerung weist in den Kernen, in welchen sich die Reduktion der Chromosomenzahl vollzieht, auf einem gewissen Zustand das Kerngerüst auf. Sein Fadenwerk zeigt sich um den Nukleolus zusammengeballt und liegt seitlich der Wand des Kerns angedrückt. Während man anfangs geneigt war, diesen Zustand des Kerns, die Synapsis[2]), als einen durch die Präparation veranlassten anzusehen[3]), bricht sich allmählich immer mehr die Ansicht Bahn, dass wir es hierbei um den Ausdruck einer natürlichen Entwicklungsphase zu tun haben[4]).

Der erste der beiden geschilderten Teilungsschritte, der sich durch eine frühzeitige Längsspaltung der Mutterchromosomen, die Neigung zur baldigen Trennung der Tochterchromosomen, die weitere Längsspaltung der Tochterchromosomen auf dem Wege nach den Polen auszeichnet, wird als heterotypisch von dem zweiten auf ihn folgenden, als homöotypisch bezeichneten unterschieden, bei dem keine Längsspaltung mehr eintritt, vielmehr die beim Schluss der ersten Teilung gegebenen Enkelsegmente gesondert aus dem Tochterknäuel hervorgehen und an der Spindel getrennt werden. Beide Teilungsschritte werden als „atypisch“ den gewöhnlichen „typischen“ Kernteilungen, welche mit der Reduktion der Chromosomen nichts zu tun haben, gegenübergestellt[5]).

Besonders die Untersuchungen STRASBURGER's[6]) waren es, durch

---

1) Vergleiche hierzu D. M. MOTTIER, The behavior of the Chromosomes in the Spore-mother-cells of higher Plants and the Homology of the Pollen and Embryosac-mother-cells. Bot. Gaz., Vol. XXXV, 1903, S. 260, der die Möglichkeit erwägt, dass die beim zweiten Teilungsschritt sich vorfindenden Segmenthälften von verschiedenen Paaren der beim Schluss der ersten Teilung durch die zweite Längsspaltung erhaltenen Elemente herrühren.

2) Die Bezeichnung stammt von J. E. S. MOORE, On the structural changes in the reproductive Cells during the Spermatogenesis of Elasmobranchs. Quarterly Journal of Microscop. Sc., vol. XXXVIII, N. S., Nov. 1895.

3) D. M. MOTTIER, Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, 1897, S. 175.

4) Es sei hier von den vielen Angaben betr. der Synapsis die von ETHEL SARGANT erwähnt, die dieses Stadium am lebenden Material von *Lilium* beobachtet hat. The formation of the sexual Nuclei in *Lilium Martagon*. I. Oogenesis. Ann. of Botany, Vol. X, 1896, S. 451, und auf die Besprechung hingewiesen, welche A. ERNST in Chromosomenreduktion, Entwicklung des Embryosacks und Befruchtung bei *Paris quadrifolia* L. und *Trillium grandiflorum*, Flora, Bd. XCI, 1902, S. 9, diesem Gegenstand widmete.

5) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 102, 104.

6) E. STRASSBURGER, Über Reduktionsteilung usw.

welche die Frage nach der Reduktionsteilung zu einem gewissen Abschluss gebracht wurde, und aus denen sich der vorhin geschilderte Teilungsmodus ergab. Er wies unter anderem das Fehlen einer Reduktionsteilung in den Kernen der Pollenmutterzellen von *Lilium Martagon* nach, bei welchen die Deutung der Chromosomenformen besonders schwierig war. Der gleiche Nachweis gelang ihm u. a. bei den Pollen-Mutterzellen von *Iris* und *Allium*, für die BELAJEFF bezw. ISHIKAWA das Bestehen eines solchen Teilungsmodus behauptet hatten[1]). Weitere Arbeiten schlossen sich an, in welchen das Fehlen einer Reduktionsteilung auch für die Kerne der Embryosackmutterzellen angegeben wurde[2]).

Hier und da tauchten vereinzelt weitere Angaben auf, die jedoch die allmählich immer mehr verbreitete Ansicht des Fehlens einer Reduktionsteilung im Pflanzenreich nicht erschüttern konnten, zumal die Nachprüfung eines Teils derselben ihre Richtigkeit in Zweifel stellte; so müssen uns die Angaben ATKINSON's[3]) an *Trillium* im Hinblick auf die ERNST'schen Untersuchungen[4]), ebenfalls die neueren von ISHIKAWA[5]) an *Larix* nach den vorher veröffentlichten Befunden von JUEL[6]) zum mindesten sehr fraglich erscheinen.

Die eigentümliche Art und Weise, auf welche sich der Reduktionsvorgang in den Embryosackmutterzellen von *Canna* nach WIEGAND[7]) vollziehen soll, veranlassten mich zu einer Prüfung der Angaben. WIEGAND fand in den vegetativen Kernen dieser Pflanze nur sechs Chromosomen. In den Metaphasen der ersten Teilung der Embryosackmutterzelle zählte er ebenfalls sechs Tochterchromosomen. In der Kernplatte des zweiten Teilungsschrittes glaubte er jedoch nur drei beobachtet zu haben, und zwar sollte diese Reduktion der Chromosomenzahl bei der zweiten Teilung dadurch erreicht werden,

1) Vergl. die diesbezügliche Literatur in E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw.

2) J. SCHNIEWIND-THIES, Die Reduktion der Chrosomenzahl und die ihr folgenden Kernteilungen in den Embryosackmutterzellen der Angiospermen. Jena, GUST. FISCHER, 1901. M. KOERNICKE, Studien an Embryosackmutterzellen. Sitzungsber. der Niederrhein. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde zu Bonn 1901.

3) G. T. ATKINSON, Studies on reduction in plants. Bot. Gaz. vol. XXVIII, 1899, S. 1.

4) A. ERNST, Chromosomenreduktion, Entwicklung des Embryosackes und Befruchtung bei *Paris quadrifolia* L. und *Trillium grandiflorum* Salisb. Flora, Ergzb. 1901, Bd. XCI, S. 1.

5) C. ISHIKAWA, Über die Chromosomenreduktion bei *Larix leptolepis* Gord. Beih. zum Bot. Centralbl., Bd. XI, 1902, S. 6.

6) H. O. JUEL, Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung, I. Die Tetradenteilung in der Samenanlage von *Larix*. Jahrb. für wiss. Bot. Bd. XXXV, 1900, S. 626.

7) K. M. WIEGAND, The development of the embryo-sac in some monocotyledonous plants. Bot. Gaz., vol. XXX, 1900, Nr. 1.

dass je zwei Chromosomen der Tochterkerne sich bei Beginn der Teilung zusammenlegten. Diese würden dann an der Spindel getrennt werden. Die Resultate meiner Nachprüfung, welche ich hier anfügen möchte, waren folgende: Zunächst traten mir bei Beginn der ersten Teilung acht längsgespaltene Chromosomen entgegen, die sich stark verkürzten. Im Äquator der ersten Spindel finden wir die acht Doppelklümpchen wieder, deren Hälften nach den Polen auseinanderweichen. Bei dem zweiten Teilungsschritt fand sich die Achtzahl der Chromosomen wieder. Dieselbe Zahl trat mir auch in den beiden entsprechenden Teilungsschritten der Pollenmutterzellen, die ich daraufhin studierte, entgegen. Nach den Beobachtungen, die ich bei *Canna* machte, liegt für mich die Annahme nahe, dass WIEGAND Spindeln mit unvollkommen fixierten, verklumpten Chromatinelementen vor sich hatte, die mir auch hier und da entgegentraten. Was die niedrige Chromosomenzahl (6) anbetrifft, die WIEGAND für die vegetativen Kerne angibt, so muss ich auch die Richtigkeit dieser Angabe in Frage ziehen. Bei allen meinen Zählungen konnte ich immer bestimmt das Vorhandensein von mehr als zehn konstatieren.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über die Chromosomenreduktion sprechen für die Ansicht, welche STRASBURGER im Jahre 1894 äusserte[1]), und auf welche auch J. SCHNIEWIND-THIES[2]) und ich[3]) zurückkamen, dass nämlich die Zahlenreduktion der Chromosomen den Anfang einer neuen Generation bedeutet, dass ferner das Archesporium [nach GÖBEL[4]) die Zellen, welche das sporogene Gewebe liefern], noch der ungeschlechtlichen Generation angehört; findet man doch bei allen Teilungen dieser Zellen die nicht reduzierte Chromosomenzahl, welche dieser Generation eigentümlich ist, vor. Zum Belege seien nur erwähnt die Angaben von MOTTIER[5]) gegen ISHIKAWA[6]), von GUIGNARD[7]), von SCHNIEWIND-THIES[8]) und mir[9]).

Die auffallenden Übereinstimmungen, welche sich sowohl zwischen

1) E. STRASBURGER, Über periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen. Biol. Centralbl., Bd. XIV, 1894, S. 817.

2) l. c.

3) l. c.

4) Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane, 1883, S. 384.

5) D. M. MOTTIER, Über die Chromosomenzahl bei der Entwicklung der Pollenkörner von *Allium*. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XV, 1897, S. 474.

6) C. ISHIKAWA, Die Entwicklung der Pollenkörner von *Allium fistulosum* L. Journ. of the royal College of science, Imperial Univ. Tokyo, Japan, vol. X, 1897.

7) L. GUIGNARD, Le développement du pollen et la réduction chromatique dans le *Najas major*. Archives d'anatomie micr. publiés par BALBIANI et RANVIER T. II, 1899, S. 455.

8) l. c.

9) l. c.

den Kernteilungen, wie zwischen bestimmten cytoplasmatischen Eigentümlichkeiten in den Pollen- und Embryosack-Mutterzellen nachweisen liessen, deuteten auf eine Homologie dieser Zellen hin[1]). In den weitaus häufigsten Fällen, wo die Embryosackmutterzelle in vier Zellen zerlegt wird, entspricht die Embryosackzelle und ihre drei Schwesterzellen den vier Zellen einer Pollentetrade. Die atypischen Kernteilungen sind nicht unbedingt als Kriterien einer Tetradenteilung, wie JUEL will[2]), anzusehen. Dies ergibt sich aus der Betrachtung der Verhältnisse bei manchen Liliaceen, wo u. a. die Embryosackmutterzelle direkt zum Embryosack wird, ohne eine zweimalige Zellteilung durchzumachen. Da bleibt die Aufeinanderfolge von heterotypischer, homoeotypischer und typischer Kernteilung fortbestehen, und das auch bei solchen Liliaceen, deren Embryosackmutterzellen sich einmal teilt und so zwei Zellen erzeugt, von welchen eine zum Embryosack auswächst. Die atypischen Kernteilungen stellen ausschliesslich eine Folge der Reduktion der Chromosomenzahl dar. Sie sind unabhängig von der Tetradenbildung[3]).

Berechtigtes Interesse erweckten die Verhältnisse, welche JUEL[4]) bei der parthenogenetischen *Antennaria alpina* aufdeckte. Hier wird die Embryosackmutterzelle nicht in vier Tochterzellen zerlegt im Gegensatz zu der normal sich verhaltenden *Antennaria dioica*, sondern sie wird direkt zur Embryosackzelle. Auch tritt keine Reduktion der Chromosomenzahl bei der Entwicklung des Embryosacks ein, wie bei *Antennaria dioica.*

Für die parthenogenetischen Alchemillen gibt jedoch MURBECK[5]) Tetradenteilung in den Embryosackmutterzellen an, doch tritt auch hier keine Chromosomenreduktion ein. Auch J. B. OVERTON[6]) schildert bei dem parthenogenetischen *Thalictrum purpurascens* den Vorgang einer Tetradenteilung der Embryosackmutterzelle, ohne jedoch über das Verhalten der Chromosomenzahl Auskunft zu geben.

---

1) E. OVERTON, Über die Reduktion der Chromosomen in den Kernen der Pflanzen. Vierteljahrsschr. der naturw. Ges. in Zürich. XXXVIII. Jahrg., 1893, Sep. S. 4. D. M. MOTTIER, Über das Verhalten der Kerne usw. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXI, 1898, S. 144. H. O. JUEL, Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXV, 1900, S. 626. Derselbe, Vergleichende Untersuchungen über typische und parthenogenetische Fortpflanzung bei der Gattung *Antennaria*. Kgl. Svenska Vetensk. Akad. Handl., vol. XXXIII, Nr. 5, 1900. SV. MURBECK, Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung *Alchemilla*. Lunds Årsskr., vol. XXXVI, Afd. II, Nr. 7, 1901. M. KOERNICKE, l. c. F. E. LLOYD, The comparative Embryology of the Rubiaceae. Mem. of the TORREY bot. Club, vol. VIII, p. 1 ff.

2) H. O. JUEL, Beiträge usw. l. c.

3) J. SCHNIEWIND-THIES, l. c.

4) H. O. JUEL, *Antennaria*-Arbeit l. c.

5) SV. MURBECK, *Alchemilla*-Arbeit l. c.

6) J. B. OVERTON, Parthenogenesis in *Thalictrum purpurascens*. Bot. Gaz. vol. XXXIII, 1902, S. 363.

Entsprechende Angaben liegen jetzt auch über die apogamen Farne vor. Bei den Farnen wird die Reduktion der Chromosomenzahl im Kern der Sporenmutterzelle vollzogen. Das aus den Sporen hervorgehende Prothallium und ebenso die in normalen Fällen sich an ihm entwickelnden Geschlechtsorgane besitzen dieselbe reduzierte Zahl, erst das befruchtete Ei und die vegetativen Zellen der daraus sich entwickelnden, sporenbildenden Generation weisen wieder die doppelte Chromosomenzahl in ihren Kernen auf. Es lag nun die Frage nahe, wie sich die apogam, d. h. durch einfache Teilung von bestimmten Prothalliumzellen entstehenden Farnpflanzen in der Chromosomenzahl verhielten. Da zeigten denn die neuerdings veröffentlichten Untersuchungsergebnisse von FARMER, MOORE und DIGBY[1]) folgendes Merkwürdige: Es fand eine Wanderung von Kernen durch Membranporen in diejenigen Zellen statt, aus deren Teilungsprodukten die apogam entstehende Farnpflanze aufgebaut wird. So erhielten die Zellen zwei Kerne, die miteinander verschmolzen und sich weiterhin teilen konnten, wobei sich eine höhere Chromosomenzahl als vorher, wahrscheinlich die doppelte, feststellen liess.

In seinem Vortrag über periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen[2]) und auch späterhin[3]) begründete STRASBURGER eingehend seine Ansicht, dass der Vorgang der numerischen Reduktion der Chromosomen seinem Ursprung nach auf die Befruchtung folgte, erst durch sie veranlasst war und bei seiner Entstehung wohl zu Beginn der Entwicklung des Befruchtungsproduktes sich vollzog. Die Reduktion der Chromosomenzahl ist also nicht etwa die Ursache, sondern eine Folge der Befruchtung und die in jedem Geschlechtskern vertretene Zahl der Chromosomen stellt nicht eine reduzierte, vielmehr die dem Organismus ursprünglich zukommende Zahl vor.

Über das Verhalten der **Kerne bei Pflanzenhybriden** sind in neuerer Zeit eingehendere Untersuchungen von JUEL[4]) und ROSENBERG[5]) angestellt worden. In den Pollenmutterzellen von *Syringa rothomagensis* (Bastard von *Syringa vulgaris* und *S. persica*) finden sich eine Anzahl Unregelmässigkeiten vor, die sich sowohl auf ein abnormes Verhalten der sogenannten achromatischen, wie auch der chromatischen Substanz zurückführen liessen. Unter anderm traten JUEL Kerndurch-

1) J. B. FARMER, J. E. S. MOORE and L. DIGBY, On the Cytology af Apogamy and Apospory. Proc. of the Roy. Soc. vol. LXXI, 1903, S. 453.

2) Biol. Centralbl. Bd. XIV, 1894, S. 817.

3) Über Reduktionsteilung usw., S. 86ff.

4) H. O. JUEL, Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXV, 1900, S. 638.

5) O. ROSENBERG, Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XXI, 1903, S. 110.

schnürungsbilder entgegen; ferner fanden sich im peripheren Teil des Cytoplasmas zur Zeit der späten Prophasen der ersten Teilung und weiterhin Chromatinkörperchen oft in grosser Zahl vor, deren Auftreten JUEL dadurch erklärt, dass der Kern der Zellen sich in einem früheren oder späteren Stadium durchgeschnürt hat und dass der eine Schwesterkern dann in Stücke zerfallen ist, die an die Wand gedrängt werden. Da sich bei *Syringa vulgaris* diese Chromatinkörperchen weit seltener vorfinden, so glaubt JUEL in diesem abnormen Verhalten eine Bildungsabweichung vor sich zu sehen, welche von der hybriden Natur der genannten Art abhängt und zur Sterilität derselben beiträgt.

Während bei dem von JUEL studierten Objekte die Anzahl der Chromosomen in den Eltern gleich gross waren, fand ROSENBERG in einer Hybriden zwischen *Drosera longifolia* und *Drosera rotundifolia* eine Pflanze vor, deren Eltern in ihren Kernen verschiedene Chromosomenzahl besassen. In den vegetativen Geweben von *Drosera rotundifolia* fanden sich 20, in den Pollenmutterzellen derselben Pflanze 10 Chromosomen vor; in den entsprechenden Zellen von *Drosera longifolia* zeigte sich die doppelte Zahl, also 40 resp. 20. Im vegetativen Gewebe des Bastards trat genau die Summe der reduzierten Chromosomenzahl beider Eltern, also 30 auf. Anders verhielten sich die Pollenmutterzellen des Bastards. Dort konnte ROSENBERG nicht nur die erwartete Zahl 15, sondern auch 10 und 20, also die reduzierte Zahl der Elternchromosomen antreffen. In den Chromosomen der Teilungsfiguren, schon von der Prophase des ersten Teilungsschrittes an, zeigt sich diese Verschiedenheit deutlich markiert, und hierin sieht ROSENBERG einen Ausdruck der Hybridität.

In den cytologischen Befunden der ROSENBERG'schen Arbeit scheint ein Beweis für die STRASBURGER'sche Ansicht vorzuliegen, dass die Spaltung der Anlagen schon beim ersten Teilungsschritt der Pollenmutterzellen eintritt[1]), da in der Prophase tatsächlich nicht nur Kerne mit der reduzierten Chromosomenzahl der Bastarde, sondern auch mit der der Eltern vorkommen. Für die Ansicht, welcher CORRENS zuneigt, dass die Merkmaltrennung in den Pollenkörnern eintrete[2]), sprechen die Beobachtungen ROSENBERG's jedenfalls nicht.

Anders als der *Drosera*-Bastard verhalten sich nach CANNON[3])

1) E. STRASBURGER, Über Befruchtung. Bot. Ztg., Jahrg. LIX, 1901, Sp. 361.

2) C. CORRENS, GREGOR MENDEL's „Versuche über Pflanzenhybriden" und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch die neuesten Untersuchungen. Bot. Zeitg., Jahrg. LVIII, 1900, Spalte 232. — Derselbe, Über den Modus und den Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen bei den Bastarden vom Erbsentypus. Bot. Zeitg., Jahrgang LX, 1902, Spalte 77.

3) W. A. CANNON, A cytological Basis for the Mendelian laws. Bull. of the Torrey botan. Club, Vol. XXIX, 1902. — Vergl. hierzu auch das Referat von C. CORRENS in der Bot. Zeitg., Jahrg. LXI, 1903, Spalte 121.

hybride Baumwollpflanzen. Da sollen sich die Kernteilungen genau in derselben Weise abspielen wie bei den normalen Pflanzen. Die Spaltung der Merkmale erklärt dabei CANNON damit, dass väterliche und mütterliche Kernsubstanz getrennt bleiben und immer zwei Keimzellen rein väterliche, zwei rein mütterliche Charaktere erhalten.

Was den weiblichen Geschlechtsapparat der Bastardpflanzen betrifft, so haben die neueren Untersuchungen von TISCHLER[1]) gezeigt, dass eine Sterilität der Bastarde in vielen Fällen durch Obliteration des Embryosacks bei diesen Pflanzen bewirkt wird.

Über die Frage nach der **Identität** der sich bei den verschiedenen aufeinanderfolgenden Teilungsschritten der Kerne vorfindenden Chromosomen sind die Akten noch nicht geschlossen. Allerdings sprechen sich eine Anzahl Autoren mehr oder weniger bestimmt für eine Autonomie der Chromosomen aus[2]), doch reichen die tatsächlichen Beobachtungen noch nicht dazu aus, eine endgültige Lösung der Frage herbeizuführen.

Die **Zahl der Chromosomen** höherer Pflanzen ist für eine ganze Reihe der verschiedensten Pflanzen bekannt. Eine Zusammenstellung hierüber findet sich in dem schon zitierten Buch von CHAMBERLAIN und COULTER[3]). Als geringste Chromosomenzahl wird dort die Zahl 3 für die atypischen Teilungen von *Canna* nach den Angaben von WIEGAND[4]) zitiert; als höchst bekannte reduzierte Zahl findet sich die von STRASBURGER[5]) für die Pollenmutterzellen von *Nymphaea alba* angegebene, 48, vor. Dass WIEGAND sich bei der Zählung getäuscht hat und wir als reduzierte Chromosomenzahl bei *Canna* die Zahl 8 annehmen müssen, habe ich schon vorhin mitgeteilt. Wir haben als niedrigste, bisher bekannte Chromosomenzahl bei höheren Pflanzen die Zahl 6 anzusehen, wie sie sich in den atypischen Kernteilungen von *Najas*, *Zostera* und *Trillium*[6]) vorfindet. Eine geringere Zahl findet sich nur bei niederen pflanzlichen Organismen vor; so hat MAIRE[7]) bei den Teilungen der Basidiomycetenkerne zwei Chromosomen beobachtet. — Eine interessante Abweichung von der Regel,

1) G. TISCHLER, Über Embryosack-Obliteration bei Bastardpflanzen. Beih. Bot. Centrabl., Bd. XV, 1903, S. 408. — Derselbe, Über eine merkwürdige Wachstumserscheinung in den Samenanlagen von *Cytisus Adami* Poir. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XXI, 1903, S. 82.

2) Zuletzt O. ROSENBERG, Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze. Ber. der Deutschen Botan. Gesellsch., Bd. XXI, 1903, S. 117, 118. — GRÉGOIRE et WYGAERTS, l. c. S. 55ff.

3) l. c. S. 81, 82.

4) K. M. WIEGAND, 1900, l. c.

5) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw. S. 60.

6) Literaturnachweis hierüber bei COULTER und CHAMBERLAIN, l. c. S. 81.

7) R. MAIRE, Thèse 1902, l. c.

dass sich in den Kernen der Pollen-, Embryosack- und Sporenmutterzellen die Hälfte der Chromosomenzahl vorfindet, welche die Kerne der vegetativen Gewebe derselben Pflanzen besitzen, bilden, wie schon angegeben, die parthenogenetischen Arten von *Antennaria*[1]) und *Alchemilla*[2]), wo im ganzen Entwicklungszyklus dieselbe Zahl sich vorfindet, eine Chromosomenreduktion also nicht eintritt. — Die Zahl der Chromosomen in den vegetativen Geweben ist nicht immer konstant. Dass sie selbst niedriger sein kann, als die reduzierte Zahl der Chromosomen der Pflanze, in der sie sich vorfindet, zeigt der von STRASBURGER[3]) angegebene Fall von *Funkia*.

Über die ausser den bis jetzt geschilderten Fällen der indirekten oder mitotischen Teilung sich hier und da vorfindende **direkte** oder **amitotische** Teilung, auch Fragmentation genannt, die im wesentlichen auf einem Durchschnürungsvorgang beruht, hat sich in den letzten Jahren eine starke Diskussion erhoben. Während auf der einen Seite die direkte Kernteilung bei den höher organisierten Pflanzen als ein reduzierter, wohl auch seniler Vorgang angesehen wird, der sich meist erst in älteren Zellen oder auch in solchen Zellen einstellt, deren Inhalt bald desorganisiert werden soll[4]), gibt NATHANSOHN[5]) und V. WASIELEWSKI[6]) an, dass diese Art der Kernteilung, die experimentell hervorgerufen und wieder zum Verschwinden gebracht werden kann, Tochterzellen mit allen embryonalen Qualitäten liefern kann. Mitose und Amitose sind nach NATHANSOHN als physiologisch gleichwertig aufzufassen. HAECKER[7]), der, durch die NATHANSOHN'schen Befunde an *Spirogyra* veranlasst, gleich gerichtete Versuche mit *Cyclops*-Eiern anstellte, vermutet, dass die durch das Experiment erzielten Kernbilder keine echten Amitosen vorstellen, vielmehr beeinflusste mitotische Teilungsfiguren, denen er den Namen „Pseudoamitosen" gibt. Unter die Kategorie dieser Gebilde fallen wohl viele Erscheinungen, die als Amitosen gedeutet wurden.

---

1) H. O. JUEL, Vergleichende Untersuchungen über typische und parthenogenetische Fortpflanzung bei der Gattung *Antennaria*. Kgl. Svenska Vetensk. Akad. Handl., Vol. XXXIII, Nr. 5, 1900.

2) SV. MURBECK, Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung *Alchemilla*. Lunds Univ. Årsskr., Vol. XXXVI, Afd. II, No. 7, 1901.

3) E. STRASBURGER, Über Reduktionsteilung usw., S. 45.

4) Lehrbuch der Botanik. VI. Aufl., S. 72.

5) A. NATHANSOHN, Physiologische Untersuchungen über amitotische Kernteilung. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXV, 1900, S. 48, und PFEFFER's Bericht über die in dieser Arbeit niedergelegten Untersuchungsergebnisse. Ber. der math.-phys. Kl. der Kgl. sächs. Gesellsch. der Wissensch., Sitzung vom 3. Juli 1899.

6) W. V. WASIELEWSKI, Theoretische und experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Amitose. I. Absch. Jahrb. für wiss. Bot., XXXVIII, 1903, S. 377.

7) V. HAECKER, Mitosen im Gefolge amitosenähnlicher Vorgänge. Anatom. Anz., Bd. XVII, 1900, S. 9.

Während NATHANSOHN und WASIELEWSKI die von ihnen geschilderten Amitosen durch künstliche Einflüsse auf das Untersuchungsobjekt erhielten, fand TISCHLER in Riesenzellen gewisser *Heterodera*-Gallen ein Objekt vor, in welchem durch den von der Natur gebotenen Einfluss des Parasiten die ursprünglich mitotischen Teilungen in amitotische verwandelt wurden, wobei alle Übergänge zwischen beiden Typen zu beobachten waren. Es zeigte sich, dass die durch Amitose erzielten Kerne noch lange lebenskräftig waren, eine Degeneration relativ sehr spät erst auftrat. TISCHLER will deshalb Amitose schlechthin von Fragmentation unterschieden haben und das Merkmal der Degeneration nur dem durch den letzten Terminus bezeichneten Vorgang geben[1]). V. WASIELEWSKI[2]) hält diese Unterscheidung nicht für angängig.

Verstreut finden sich eine Anzahl von Angaben über das Vorkommen von Amitosen in pflanzlichen Zellen vor[3]). Ob es sich dabei wirklich immer um echte Amitosen handelt, muss dahingestellt bleiben. Jedenfalls hat die Angabe MASSART's[4]), dass bei den Wundgeweben die Kerne sich vorwiegend amitotisch teilen sollen, sich als unrichtig herausgestellt[5]).

Übergänge zwischen Mitose und Amitose glaubten DIXON[6]) und E. SARGANT[7]) in den Embryosäcken von Liliaceen gefunden zu haben, doch wies BUSCALIONI nach, dass es sich bei den von ihnen beobachteten Fällen um echte Mitosen handelte, die nur eine abnorme Anordnung der Chromosomen aufwiesen. BUSCALIONI[8]) selbst gibt Übergänge für die Endospermkerne gewisser Pflanzen an. Es sind meist hantelförmige Gebilde, in welchen der Kernfaden in die einzelnen, meist schon längsgespaltenen Chromosomen zerfallen war, die Kernwand jedoch, wie auch die Nukleolen erhalten blieben. Ähnliche Übergänge zugleich mit Spindelfaserausbildung beschreibt TISCHLER[9]) für das Endosperm von *Corydalis*.

1) G. TISCHLER, Über *Heterodera*-Gallen an den Wurzeln von *Circaea lutetiana* L. Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XIX, 1901, S. (95).

2) l. c.

3) Zusammengestellt bei W. V. WASIELEWSKI, l. c.

4) J. MASSART, La cicatrisation chez les végétaux. Extr. des mém. couronnés publ. par l'Acad. de Belg., Tome LVII, 1898.

5) Vergl. E. KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie. Jena, GUST. FISCHER, 1903, S. 167.

6) H. H. DIXON, Note on the nuclei of the endosperm of *Fritillaria imperialis*. Proc. of the royal Irish Acad. 3. Ser., Vol. III, 1895.

7) ETHEL SARGANT, Direct nuclear division in the Embryosac of *Lilium Martagon*. Ann. of Bot., Vol. X, 1896, S. 107.

8) L. BUSCALIONI, Osservazioni richerche sulla cellula vegetale. Estratto dell'Annuario del R. Istituto botan. di Roma, Vol. VII, 1898.

9) G. TISCHLER, Verhandl. des Naturhist. Med. Ver. Heidelb. Bd. VI, 1900, l. c. S. 351.

In den merkwürdigen Zellen desselben Endosperms konnte TISCHLER eine **Kernverschmelzung** konstatieren. Die Zahl der verschmelzenden Kerne war dabei wechselnd und ebenso die Zahl der Chromosomen in den folgenden Teilungsbildern. Kernverschmelzungen konnten auch NĚMEC[1]) und BLAZEK[2]) in den Zellen solcher Wurzeln vorfinden, welche dadurch zweikernig geworden waren, dass bei Einwirkung von verschiedenen chemischen Stoffen die kinoplasmatischen Bestandteile von Teilungsfiguren in körnige Massen umgewandelt wurden, und die Scheidewandbildung unterblieb. Wurden dann die Wurzeln wieder in normale Bedingungen gebracht, so rückten die Kerne zusammen und verschmolzen. Derartige Kernverschmelzungsbilder erhielt NĚMEC auch bei Wurzeln, die mit Chloralhydrat behandelt worden waren, mit demselben Medium, welche V. WASIELEWSKI benutzt hatte, um in Wurzeln seine als Amitosen gedeuteten Kernfiguren hervorzurufen. NĚMEC hält denn auch die von V. WASIELEWSKI als Durchschnürungsstadien aufgefassten Kernbilder für Verschmelzungszustände zweier Kerne[3]) und stellt eine weitere Arbeit über die fraglichen amitotischen Kernteilungen in Aussicht. Seine bisherigen Untersuchungen ergaben Folgendes: Der grosse durch Verschmelzung zweier Kerne entstandene Kern war weiter teilungsfähig; es zeigte sich in seinen Teilungsbildern eine Chromosomenzahl, die doppelt so hoch war als die sonst in den vegetativen Zellen derselben Pflanze vorkommende Zahl. Nicht in allen durch Einwirkung von Chloralhydrat zweikernig gewordenen Zellen trat Kernverschmelzung ein. Die beiden Kerne teilten sich vielmehr getrennt und es entstanden später aus solchen Mutterzellen meist drei aufeinanderfolgende Tochterzellen. Von diesen besass die mittlere zwei Kerne, die früher oder später verschmolzen, die beiden anderen Zellen erschienen einkernig. Während zunächst die aus den Verschmelzungsprodukten hervorgegangenen Kerne doppelte Chromosomenzahl besassen, fanden sich später nur Teilungsbilder mit der normal in den vegetativen Kernen sich vorfindenden. NĚMEC hält es für möglich, dass eine Reduktion der Chromosomenzahl dabei vor sich geht[4]).

Die geschilderten Kernverschmelzungen stellt NĚMEC als ungeschlechtliche in Gegensatz zu den Verschmelzungen von Sexualkernen[5]). Als ungeschlechtliche Kernverschmelzungen sind auch die-

---

1) B. NĚMEC, Über ungeschlechtliche Kernverschmelzungen I. Sitzungsber. der böhm. Gesellsch. der Wiss., Prag 1902, 59. Mitt.; II. Ebenda 1903, 27. Mitt.

2) J. BLAZEK, O olivu benzolu na dèlení bùnèk rostliunych. Abh. der böhm. Akad. Bd. XI, Kl. II, Nr. 17, Prag 1902.

3) l. c. 1903.

4) B. NĚMEC, 1903, l. c. S. 9.

5) B. NĚMEC, 1902, 1903, l. c.

jenigen aufzufassen, welche sich in den Asci der Ascomyceten[1]), bei einigen Hefearten[2]) und in den Basidien der Basidiomyceten[3]) vollziehen. Auch die für apogame Farnprothallien[4]) neuerdings angegebenen sind in diese Kategorie zu rechnen.

Gewissermassen eine Mittelstufe würde die von Strasburger[5]) als **„vegetative Befruchtung"** bezeichnete Verschmelzung des zweiten generativen Kerns mit den beiden Polkernen darstellen, jenes Phaenomen, dessen Entdeckung eine der bedeutendsten Errungenschaften der cytologischen Forschung der letzten Jahre gewesen ist.

Es stellte sich heraus, dass neben dem die Eibefruchtung vollziehenden generativen Kern auch der andere aus dem Pollenschlauch in den Embryosack eintritt und nicht zugrunde geht, wie man annahm, sondern sich an die beiden mehr oder weniger vereinigten Polkerne legt und mit ihnen verschmilzt. Zugleich mit den generativen Kernen tritt auch das sie umgebende Plasma in den Embryosack ein, und es ist anzunehmen, dass es zum mindesten fördernd in die der Befruchtung folgenden Teilungsvorgänge eingreift[6]).

Schon Mottier hatte bei seinen Untersuchungen über die Befruchtung bei *Lilium*-Arten den zweiten generativen Kern in der Nähe eines der Polkerne beobachtet[7]). Doch hatte er auf dieses Vorkommen weiter kein Gewicht gelegt. Erst Nawaschin[8]) und kurz darauf Guignard[9]) war es vorbehalten, den wahren Sachverhalt zu erkennen. Heutzutage liegt eine solche Fülle von Angaben über die Existenz einer „Doppelbefruchtung" bei den verschiedensten,

---

1) R. A. Harper, Die Entwickelung des Peritheciums bei *Sphaerotheca castagnei*. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XIII, 1895, S. 475, ferner: Derselbe, Über das Verhalten der Kerne bei der Fruchtentwickelung einiger Ascomyceten. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXIX, 1896, S. 655, und im Gegensatz dazu Dangeard, La reproduction sexuelle des ascomycètes. Le Botaniste, I, sér. IV; II. Ebenda, sér. V. Ferner Derselbe, La sexualité dans le genre *Monascus*. Comptes rend. de l'acad. Paris, T. CXXXVI, 1903, S. 1281, und Sur le *Pyronema confluens*, Ebenda, S. 1335. Vergl. auch Fr. Oltmann's Biol. Centralbl., Bd. XXI, 1901, S. 437.

2) Vergl. Guilliermond, 1903, l. c.

3) Vergl. R. Maire, 1902, l. c.

4) Farmer, Moore, Digby, 1903, l. c.

5) E. Strasburger, Einige Bemerkungen zur Frage nach der doppelten Befruchtung. Bot. Zeitg., LVIII. Jahrg., 1900, Sp. 301.

6) Vergl. L. Guignard, L'appareil sexuel et la double fécondation dans les Tulipes. Ann. des sc. nat. Bot., VIII. sér., T. XI, 1900, S. 373. — A. Ernst, Flora, Bd. XCI, 1902, l. c.

7) D. M. Mottier, Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXVI, 1898, S. 147.

8) S. Nawaschin, Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium Martagon* und *Fritillaria tenella*. Bull. de l'acad. impér. d. sc. de St. Pétersbourg, 1898, Nov. T. IX, No. 4, S. 377.

9) L. Guignard, Sur les Anthérozoides et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes. Rev. gén. de Bot., T. XI, 1899, S. 129.

verwandtschaftlich weit entfernten Pflanzen vor[1]), dass an einer allgemeinen Verbreitung dieses Vorgangs bei den Angiospermen nicht zu zweifeln ist[2]).

Im Momente der Verschmelzung befinden sich sowohl die generativen Kerne, sowie die Kerne, mit welchen sie sich vereinigen werden, im Ruhestadium. Der Vorgang selbst vollzieht sich durch Auflösen der Kernwandungen an den Berührungsflächen und Zusammentritt des Chromatinfadens[3]). Ob dabei die Kernkörperchen der generativen Kerne aufgelöst und resorbiert werden[4]) oder nicht[5]), mag dahingestellt bleiben.

Nach HAECKER[6]) sollen bei tierischen Objekten nach der Befruchtung in den Kernen die väterlichen und mütterlichen Kernbestandteile als solche getrennt erhalten bleiben. Einen solchen „gonomeren" Kernzustand, wobei die Autonomie der väterlichen und mütterlichen Kernhälften gewahrt bleibt, will HAECKER auch für die amphigon erzeugten pflanzlichen Organismen angenommen wissen; seine diesbezüglichen Angaben können jedoch nicht als beweiskräftig gelten.

Die Eibefruchtung und die sog. Endospermbefruchtung gehen in einem Embryosack ungefähr zur selben Zeit vor sich. Der Zeitpunkt der Verschmelzung der Polkerne ist für die verschiedenen Pflanzen verschieden angegeben worden. Entweder waren die Polkerne vor dem Eintreffen des generativen Kerns schon vereint oder nicht. Anscheinend hängen diese Verschiedenheiten mit äusseren Bedingungen zusammen und sind nicht als ständige Eigentümlichkeiten bei denselben Pflanzen anzusehen. Wenigstens konnte SHIBATA[7]) bei *Monotropa uniflora* durch Wechsel der physiologischen Bedingungen den Zeitpunkt der Polkernverschmelzung variieren.

Wie wird der generative Kern nun zu den Polkernen befördert? Hat er Spermatozoïdencharakter und besitzt er Bewegungsfähigkeit? Nach STRASBURGER[8]) und SARGANT[9]) sind die generativen Kerne nicht

1) Es mag hierbei erwähnt sein, dass mir bei Gelegenheit einer Untersuchung der Befruchtungsvorgänge gelang, auch bei *Iris*-Arten *(Iris pseudacorus* und *Iris sibirica)* und *Alisma Plantogo* Doppelbefruchtung zu beobachten.

2) Vergl. die Zusammenstellung in dem Werk von COULTER und CHAMBERLAIN, 1903, S. 161 ff.

3) D. M. MOTTIER, 1898, l. c., S. 149.

4) L. GUIGNARD, Nouvelles études usw., l. c., S. 198, 199.

5) D. M. MOTTIER, 1898, l. c., S. 149.

6) V. HAECKER, Über das Schicksal der elterlichen und grosselterlichen Kernanteile. Jenaische Zeitschr. für Naturw., Bd. XXXVII, N. F. XXX, 1902, S. 297.

7) K. SHIBATA, Die Doppelbefruchtung bei *Monotropa uniflora* L. Flora, Bd. XC, 1902, S. 61, 65.

8) E. STRASBURGER, Einige Bemerkungen zur Frage nach der „doppelten Befruchtung" bei den Angiospermen. Bot. Zeitg., Jahrg. LIX, 1900, No. 19/20.

9) E. SARGANT, Recent Work on the Results of Fertilization in Angiosperms. Ann. of Bot., Vol. XIV, 1900, S. 689.

mit den Spermatozoïden der Gefässkryptogamen zu vergleichen. Nur Kerne sind es; der für die Spermatozoïden so wichtige und charakteristische Plasmabestandteil fehlt ihnen. Wie u. a. die Beobachtungen von GOLINSKI[1]) und MERELL[2]) zeigen, welche schon im Pollenkorn von *Triticum* bezw. *Silphium* die beiden langgestreckten, generativen Kerne vorfanden, besitzen sie selbst in diesem frühen Stadium keine Spur von Cilien, die doch bei den Cycadeen wenigstens so lange noch erhalten bleiben, bis das Spermatozoïd in das Plasma des Eies eingedrungen ist. — Aus der eigentümlichen wurmförmig gewundenen, selbst korkzieherförmig gedrehten Gestalt der generativen Kerne wurde verschiedentlich der Schluss auf ein selbständiges Bewegungsvermögen derselben gezogen. Doch liegen darüber, wie überhaupt über selbständige Bewegung von Kernen, keine besonders eingehenden Beobachtungen vor. Möglich kann es sein, dass die gewundenen Formen der generativen Kerne ebenso, wie die ellipsoidischen bezw. linsenförmigen von *Monotropa Hypopitys*, bei welcher STRASBURGER die Doppelbefruchtung in lebenden Samenanlagen beobachten konnte[3]), durch die Plasmaströmungen innerhalb des Embryosacks nach den Polkernen befördert werden.

Man nimmt an, dass eine Vereinigung des generativen Kerns mit den Polkernen zur Weiterentwicklung nötig sei. Ob der generative Kern aber nicht vielleicht auch ohne Verschmelzung eine Weiterentwicklung anregen kann oder ob sich die Polkerne in Pflanzen mit normaler Befruchtung selbständig zur Weiterteilung anschicken können, erscheint nach den ERNST'schen Befunden diskutabel. ERNST[4]) beobachtete nämlich, dass bei *Paris* und *Trillium* eine Verschmelzung der Polkerne bei und nach der Befruchtung nicht eintrat. Schon vor der Vereinigung mit dem Spermakern hatte sich in beiden Polkernen der Chromatinfaden herausgesondert. Zugleich entwickelte sich auch im Spermakern ein selbständiger Kernfaden. Die Chromosomen aller drei Fadenknäuel sammelten sich weiterhin zu einer gemeinsamen Kernplatte. — Unter gewissen physiologischen Bedingungen kann bei sonst in der Befruchtung normal sich verhaltenden Pflanzen eine von der Befruchtung unabhängige Weiterentwicklung des Endosperms angeregt werden[5]), gerade so wie man imstande ist, durch bestimmte

1) ST. J. GOLINSKI, Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Androeceums und Gynaeceums der Gräser. Bot. Centralbl., Bd. LV, 1893, S. 11.

2) W. D. MERELL, A contribution to the life history of *Silphium*. Bot. Gaz., Vol. XXIX, 1900, S. 113.

3) E. STRASBURGER, Bot. Zeitg., Jahrg. LIX, 1900, No. 19/20, Sp. 298 u. 302.

4) A. ERNST, Flora, Bd. XCI, 1902, l. c., S. 30.

5) K. SHIBATA, Experimentelle Studien über die Entwickelung des Endosperms bei *Monotropa*. Biol. Centralbl., Bd. XXII, 1902, S. 61.

Einflüsse unbefruchtete Eier zur Teilung zu veranlassen[1]), ein Vorgang, der, wie die neueren Untersuchungen lehren[2]), unter normalen Bedingungen bei einer ganzen Reihe der verschiedenartigsten Pflanzen sich vollzieht. Dass bei parthenogenetischen Pflanzen die Polkerne entweder verschmolzen oder auch ohne Verschmelzung teilungsfähig sind, zeigen die schon früher[3]) erwähnten Untersuchungen von JUEL und MURBECK.

Über die Deutung des fraglichen Vorgangs der Verschmelzung des einen generativen Kerns mit den Polkernen herrschten von Anfang an zwei Ansichten. NAWASCHIN[4]) sah ihn als eine wahre Befruchtung an und fasste das Endosperm als Embryo mit ernährungsphysiologischer Funktion auf, während GUIGNARD[5]) diesen Vorgang als „une sorte de pseudofécondation" bezeichnete, eine unechte Befruchtung, bei der eine Übertragung vererbbarer Eigenschaften nicht stattfinde und deren Nutzen hauptsächlich in der gewissermassen durch Energieassociation bewirkten, rascheren Teilungsfolge der Endospermkerne bestehe. STRASBURGER[6]) vertrat gelegentlich einer kritischen Besprechung der Ansichten NAWASCHIN's und GUIGNARD's auf Grund der vorliegenden Tatsachen den Standpunkt, dass die Endospermbefruchtung als eine „vegetative Befruchtung" aufzufassen sei, eine Befruchtung, welche er als nur die Weiterentwicklung veranlassend in Gegensatz zur generativen Befruchtung stellt, deren Wesen in der Übertragung der vereinigten Eigenschaften der Erzeuger auf die Nachkommen besteht. Beide sind es, die bei dem normalen Befruchtungsvorgang

---

1) G. KLEBS, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einzelligen Algen und Pilzen. 1896. Jena, GUST. FISCHER. Ferner weitere Aufsätze in den Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXII, XXXIII, XXXV. Dann AL. NATHANSOHN, Über Parthenogenesis bei *Marsilia* und ihre Abhängigkeit von der Temperatur. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XVIII, 1900, S. 99, auch H. WINKLER, Über die Furchung unbefruchteter Eier unter der Einwirkung von Extraktivstoffen aus dem Sperma. Nachr. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, math.-phys. Klasse, 1900, Heft 2. Ferner Derselbe, Über Merogonie und Befruchtung, Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXVI, 1901, S. 753, wo zugleich über den interessanten Fall einer Weiterentwickelung von kernlosen Eibruchstücken, die befruchtet wurden, berichtet wird.

2) Neben den schon erwähnten Angaben seien noch der Vollständigkeit wegen genannt: M. TREUB, L'organe femelle et l'embryogénèse dans le *Ficus hirta* Vahl. Ann. du jardin bot. de Buitenzorg, 2. Sér., Vol. III, 1902, S. 124, und J. B. LOTSY, Parthenogenesis bei *Gnetum Ula* Brongn., Flora, Bd. XCII, 1903, S. 397.

3) Vergl. S. (121).

4) l. c.

5) l. c. und in L'appareil sexuel et la double fécondation dans les Tulipes. Ann des sc. natur. Bot., Sér. 8, Tome XI, 1900, S. 373.

6) E. STRASBURGER, Bot. Ztg., 1900, l. c.

zusammenwirken[1]). Allerdings hatten de Vries[2]) und Correns[3]) festgestellt, dass bei der Befruchtung bestimmter Rassen von *Zea Mays* unter einander auch bastardierte Endosperme erhalten werden. Nawaschin[4]) erblickte darin eine wichtige Stütze für seine Vorstellung, dass es sich bei der Endospermbefruchtung um eine wahre Befruchtung handle. Dem stimmte jedoch Strasburger[5]) nicht zu, er warf vielmehr die Frage auf, wie es bei der Aufnahme eines Spermakerns in die Polkerngruppe anders sein soll. Der Spermakern würde ja bei seiner Aufnahme in den sekundären Embryosackkern nicht aufgelöst, um ihm nur als Nahrung zu dienen; er trete vielmehr als lebendige Einheit in den Embryosackkern ein und demgemäss könnten sich in dessen Produkten auch seine Eigenschaften, falls sie zur Geltung gelangten, kenntlich machen. Für Strasburger ist die Bildung bastardierter Mais-Endosperme nur ein weiterer Beweis dafür, dass die Zellkerne wirklich die Träger der erblichen Eigenschaften sind.

Was den **Umfang der pflanzlichen Kerne** betrifft, so besitzen die Characeen, die Liliaceen und die Amaryllidaceen die grössten[6]). Sie können bis zu 50 μ Durchmesser haben, ja in den Saftbehältern von *Aloë* kommen Kerne in den Grössenverhältnissen 50 : 30 μ und 825 : 7 μ, in denjenigen der Schleimgefässe von *Lycoris radiata* selbst solche von 13 : 16 μ bis 1510 : 0,1—0,3 μ, um die Extreme zu nennen, vor[7]). Im allgemeinen weisen die Monocotylen grössere Kerne auf als die Dicotylen. Unter den Dicotylen sind wiederum die den Monocotylen nahe gestellten Ranunculaceen und Nymphaeaceen mit besonders grossen Kernen ausgestattet, im Gegensatz zu den übrigen, deren Kerngrösse auf 4 bis 5 μ sinken kann. Besonders kleine Kerne finden sich in den vegetativen Geweben der Selaginellen und Moose, ferner in den Pilzhyphen vor. Letztere messen ca 1,5 bis 2 μ. Die kleinsten Kerne dürften wohl die Bakterien besitzen.

Dass die Grösse des Kerns die der Zelle bestimmt, konnte

---

1) Vgl. hierzu auch die Referate von Graf H. zu Solms-Laubach, Bot. Ztg., 1900, Sp. 377; 1902, Sp. 358, von K. Göbel, Flora, Bd. LXXXVII, 1900, S. 308 und H. Winkler, Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXVI, 1901, S. 767.

2) H. de Vries, Sur la fécondation hybride d'albumen. Compt. rend. de l'acad. Paris 4. Dec. 1899 und Revue gén. de Bot., Bd. XII, 1900, S. 129.

3) C. Correns, Untersuchungen über die Xenien von *Zea Mays*. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XVII, 1899, S. 410.

4) S. Nawaschin, Über die Befruchtungsvorgänge bei einigen Dicotyledoneen. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XVIII, 1900, S. 228.

5) E. Strasburger, Bot. Ztg., 1900, l. c., Sp. 308.

6) Vgl. zum Teil die Zusammenstellung von A. Zimmermann, l. c., S. 11, 12.

7) H. Molisch, Über Zellkerne besonderer Art. Bot. Ztg., Jahrg. LVII, 1899, S. 185 und 188. Ferner Derselbe, Studien über den Milchsaft und Schleimsaft der Pflanzen. Jena, bei Gust. Fischer, 1901, S. 89, 105.

GERASSIMOFF[1]) experimentell nachweisen. Er modifizierte die Zellteilung bei Spirogyra durch Kältewirkung derart, dass die eine Tochterzelle bei der Verteilung der Kerne leer ausging, die andere beide oder auch, wenn sich das gesamte Chromatinmaterial der Kernteilungsfigur zu einem Kern wieder vereinigte, einen einzigen Kern von doppelter Masse erhielt. Die Zelle, welche den Kernüberschuss besass, musste erst stark heranwachsen, ehe eine erneute Teilung eintrat. Es entstanden so Spirogyrafäden, bei welchen nicht nur die Kerne, sondern auch die Zellkörper bedeutend grösser waren, als die Kerne und Zellen der normalen Fäden. Bei Zellen von gleicher morphologischer Bedeutung führte also die Halbierung der Kernmasse zu Zellen von halber Grösse, die Verdoppelung der Kernmasse hatte eine Vergrösserung der Zelldimensionen zur Folge[2]).

In den meisten Fällen besitzt der pflanzliche Zellkern kugelige bis eiförmige **Gestalt**. Langgestreckte Zellen besitzen meist auch längliche Kerne. MIEHE[3]) beschreibt solche Kerne, die ausserdem noch in zipfelförmige Fortsätze auslaufen können, für die Epidermiszellen von *Hyacinthus*. In vielen Fällen erscheinen auch die die Befruchtung bei den Phanerogamen vermittelnden, generativen Kerne langgestreckt. Sie können dabei bogig, wurmförmig, ja sogar korkzieherartig gekrümmt sein[4]). Ganz besonders langgestreckte Kerne finden sich in pflanzlichen Sekretbehältern vor, wie die Untersuchungen von MOLISCH[5]) zeigen. Da sind die Kerne oft so in die Länge gezogen, dass sie mit vollstem Recht den Namen „Fadenkerne" führen, den ihnen MOLISCH gab. In denselben Sekretbehältern kommen auch eigenartige Kerne vor, die mit einer im Verhältnis zu ihnen grossen Saftblase versehen sind. Ein solcher Blasenkern entsteht nach MOLISCH dadurch, dass zwischen der eigentlichen Kernsubstanz und der Kernmembran sich ein grosser Saftraum ausbildet,

1) J. J. GERASSIMOFF, Über den Einfluss des Kerns auf das Wachstum der Zelle. Bull. de la Soc. imp. des sc. nat. de Moscou, 1901, S. 185. Derselbe, Die Abhängigkeit der Grösse der Zelle von der Menge ihrer Kernmasse. Zeitschr. für allgem. Physiol., Bd. I, S. 220.

2) Gleiche Resultate erhielt BOVERI für tierische Zellen. Vgl. BOVERI, Über mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkerns. Verh. der med. phys. Gesellsch. Würzburg N. F., Bd. XXXV; vgl. ebenfalls R. HERTWIG, Über Korrelation von Zell- und Kerngrösse und ihre Bedeutung für geschlechtliche Differenzierung und die Teilung der Zelle. Biol. Centralbl., Bd. XXIII, 1903, S. 49ff.

3) H. MIEHE, Histologische und experimentelle Untersuchungen über die Anlage der Spaltöffnungen einiger Monocotylen. Bot. Centralbl., Bd. LXXVIII, 1899, S. 387.

4) Vergl. u. a. D. M. MOTTIER, Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXI, 1898, l. c., S. 147 und S. NAWASCHIN, Über die Befruchtungsvorgänge bei einigen Dicotyledoneen. Ber. der Deutschen bot. Gesellsch., Bd. XVIII, 1900, S. 227.

5) H. MOLISCH, l. c.

durch welchen die Membran blasenartig aufgetrieben wird. Hebt sich die Kernmembran an zwei entgegengesetzten Enden ab, so bilden sich zweiblasige Kerne. Auch ringförmige Kerne sind für pflanzliche Zellen angegeben worden[1]).

Es sei zum Schluss noch erwähnt, dass der Kern, wenn er sich in eigenartigen physiologischen Bedingungen befindet, merkwürdige Form- und Strukturveränderungen aufweisen kann. Hier und da hypertrophiert er, in manchen Fällen nimmt er amitosenähnliche amöbenartige Gestalt an[2]). In seinem Innern kann das Chromatin sich zu mehr oder weniger grossen Klumpen zusammenballen, vielleicht sogar in Lösung gehen[3]).

Um den Bericht nicht über Gebühr zu verlängern, habe ich geglaubt, mich auf die beiden Hauptbestandteile der Zelle, Cytoplasma und Kern, beschränken zu dürfen. Wie viele Fragen in diesem eng umgrenzten Teil der pflanzlichen Zellforschung noch der Lösung harren, wird der Leser schon aus dem Gesagten ersehen haben. Er wird es auch erkennen aus dem regen Arbeitseifer, der, wie die seit dem Beginn der Drucklegung dieses Berichtes erschienenen Publikationen zeigen, unvermindert auf diesem Gebiet herrscht. — Der Wunsch zu kürzen war es auch, der mich bestimmte, nicht näher, als es geschah, auf die zoologische Literatur einzugehen. Dies konnte ich um so eher tun, als zwei vortreffliche Werke vorliegen, welche die tierische Zelle zum Gegenstand haben, und auf die ich hier zur Orientierung über dieses Gebiet verweisen möchte: „Die Zelle und die Gewebe“ von O. HERTWIG und „The Cell“ von WILSON.

---

1) L. BUSCALIONI, Osservazioni e ricerche sulla cellula vegetale. Ann. del R. Istit. bot. Roma, Vol. VII, 1898, S. 255.

2) Vgl. hierzu W. MAGNUS, Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXV, 1900, l. c. Ferner K. SHIBATA, Cytologische Studien über die endotrophen Mykorrhizen. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXVII, 1902, S. 643. Auch die Angaben von ZIMMERMANN, l. c., 1896, S. 13 u. 14.

3) O. ROSENBERG, Physiologisch-cytologische Untersuchungen über *Drosera rotundifolia* L. Upsala, 1899, auch Dissertation Bonn. L. BUSCALIONI, l. c. F. CAVARA, Intorno ad alcune strutture nucleari. Atti Istit. bot. Pavia, N. Ser., Vol. V, 1897. B. LONGO, Esiste cromatolisi nei nuclei normali vegetali? Rend. Lincei, ser. V, Vol. VII, S. 282. FR. ROL. SCHRAMMEN, l. c. J. C. TORREY, Cytological changes accompanying secretion of diastase. Bull. of the TORREY bot. Club, July 1902. T. IKEDA, Studies in the physiological functions of Antipodals and related phenomena of fertilization in Liliaceae. 1. *Tricyrtis hirta*. Bull. of the college of agricult., Tokyo imp. Univers., Vol. V, 1902, S. 41. L. MATRUCHOT et M. MOLLIARD, Modifications produites par le gel dans la structure des cellules végétales. Revue gén. de Bot., T. XIV, 1902, S. 401 ff. Dieselben, Recherches sur la fermentation propre, ebenda, S. 193 ff.

2. M. Möbius: Über den gegenwärtigen Stand der Algenforschung.

Eingegangen am 19. September 1903.

Als die Aufforderung an mich erging, für die diesjährige Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft ein Sammelreferat zu übernehmen, lag es mir am nächsten, von dem einen Überblick zu geben, worüber ich seit dem Jahre 1884 für den botanischen Jahresbericht referiere, nämlich von den Ergebnissen der Algenforschung, mit Ausnahme der Erforschung der Diatomeen. Aber selbst wenn ich nur ungefähr die letzten zehn Jahre in Betracht ziehe, so muss ich mich doch mit einer sehr skizzenhaften Übersicht begnügen, weil das Gebiet ein ziemlich grosses und mannigfaltiges ist. Es wäre dabei auch eine grosse Menge einzelner Arbeiten zu zitieren, die ich nicht alle anführen kann: darum bitte ich, dass man in dieser Hinsicht nicht mit mir rechten möge, wenn ich den einen oder andern Verfasser nicht nenne oder eine seiner Arbeiten nicht besonders erwähne.

Ich will versuchen, das Wichtigste in der Art zu ordnen, dass ich zuerst auf die Ergebnisse, welche in der allgemeinen Biologie, Morphologie und Physiologie der Algen erlangt worden sind, aufmerksam mache, und sodann die einzelnen Gruppen der Algen kurz bespreche.

In der Biologie hat sich seit zehn Jahren ein besonderes Arbeitsfeld aufgetan, das mehr Kräfte beansprucht, als vielleicht, meines Erachtens, erforderlich wäre: es ist das der Planktonforschung, die sich teils auf das Meer, teils auf die verschiedenen Binnengewässer bezieht.

Den Anstoss dazu gab die im Jahre 1889 ausgeführte Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung, deren grosses Reisewerk noch im Erscheinen begriffen ist. SCHÜTT[1]) hat in seinem, in diesem Reisewerk veröffentlichten Bericht zum ersten Male eine anschauliche Schilderung vom Leben der in der Hochsee schwimmenden Pflanzen entworfen. Es sind später auch Planktonuntersuchungen in anderen Ozeanen als im atlantischen, den die genannte Expedition bereiste, angestellt worden; aber als am besten erforscht dürfte wohl das

1) Das Pflanzenleben der Hochsee. 4°, 76 S. Mit 35 Textabbildungen und 1 Karte. Kiel und Leipzig (LIPSIUS & TISCHER) 1893.

Nordmeer gelten, indem die Norweger sich ganz besonders dem Studium des Planktons zugewendet haben. Einer derselben, H. H. GRAN, hat im vorigen Jahr ein Buch in deutscher Sprache publiziert[1]), das denen bestens empfohlen werden kann, die einen Überblick über die Geschichte, die Ziele und Methoden der marinen Planktonforschung gewinnen wollen.

Für die Binnengewässer hat die Errichtung der biologischen Station in Plön und deren Begründer, O. ZACHARIAS, mit seinen jährlichen Berichten viel geleistet.[2]) Natürlich teilt sich in diese Untersuchungen die Algologie mit der Zoologie, und es sind vielfach gerade die an der Grenze stehenden oder besser gesagt dem gemeinsamen Ursprung des Tier- und Pflanzenreichs angehörenden Organismen, die Flagellaten, die hier in Betracht kommen und zu deren Kenntnis wiederum die Planktonforschung so manchen Beitrag liefert, wie die Abhandlungen LEMMERMANN's und vieler anderer zeigen. Man kann hier freilich noch viel arbeiten, bis alle Teile des Meeres und alle Binnengewässer daraufhin untersucht sind, welche Organismen dort vorkommen, wie sich das Plankton in diesen Gewässern nach den verschiedenen Tiefenschichten und Strömungen verhält und wie es in den verschiedenen Monaten und Jahreszeiten verteilt ist; ob aber ein die Mühe lohnendes Resultat erzielt wird, erscheint doch noch etwas fraglich. Erwähnt mag noch werden, dass mit diesen Planktonstudien auch die Erscheinung der sogenannten Wasserblüte besser bekannt worden ist: über ihr Auftreten an verschiedenen Orten ist berichtet worden, und es hat sich gezeigt, dass sie aus massenhaft auftretenden Flagellaten (Euglenen), Chlorophyceen oder Cyanophyceen besteht. Die Frage, ob das Schweben der Cyanophyceen im Wasser bei einigen Arten durch Gasvakuolen im Innern der Zelle bewirkt wird oder ob überhaupt wirkliche Gasblasen im Protoplasma der Algen vorkommen, scheint mir bei den sich einander widersprechenden Ergebnissen der Untersuchungen noch nicht gelöst zu sein.

Von biologischen Eigentümlichkeiten im Leben der Algen sei dann noch auf die der endophytisch und parasitisch lebenden Algen hingewiesen. Seitdem BORNET und FLAHAULT[3]) die Aufmerksamkeit auf die Algues perforantes, d. h. auf die in Muschelschalen sich einbohrenden Algen gelenkt haben, hat man derartige Kalk durch-

1) Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres von biologischen und hydrographischen Gesichtspunkten behandelt. Mit 1 Tafel. (Report on Norwegian fishery and marine-investigations. Vol. 2, No. 5.) 8°, 222 p. 1902.

2) Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön. Teil I—X 1893 - 1903.

3) Sur quelques plantes vivant dans le test calcaire des Mollusques. (Bull. Soc. Bot. France. Tome 36, 1889, p. 1—31, Pl. VI—XII.)

setzende Algen mehrfach gefunden; jedoch auch für das Vorkommen von Algen in lebenden Teilen anderer Organismen sind viele neue Fälle bekannt geworden. In meiner Zusammenstellung[1]) der endophytisch lebenden Algen ist deren Zahl im Jahre 1891 auf 92 angegeben; ich bin überzeugt, dass diese Zahl sich auf nahezu das Doppelte vermehrt haben mag, wenn ich auch leider die Ergänzungen nicht notiert habe. Die interessanteste parasitische Alge ist wohl der von KUCKUCK 1894 beschriebene *Choreocolax albus*[2]), eine kleine auf *Rhodomela subfusca* schmarotzende Floridee, die durch diese ihre Lebensweise ihren Farbstoff mit dem Einstellen der assimilatorischen Tätigkeit ganz verloren hat, wie denn auch manche normalerweise grün gefärbten Algen bei saprophytischer Ernährung farblos werden[3]). Ferner sind die teils endo-, teils epiphytisch auf den Blättern, besonders in den Tropen, schmarotzenden Algen genauer erforscht worden. Auch für die Symbiose von Algen mit Tieren ist ein neuer Fall durch KOORDERS[4]) bekannt geworden, der aber von den bereits 1891 durch Frau WEBER-VAN-BOSSE beschriebenen Erscheinungen typisch nicht verschieden ist.

Was die Physiologie betrifft, so sind bezüglich der Ernährung der Algen mehrere Fragen in Angriff genommen. Abgesehen von den Untersuchungen, ob gewisse Stoffe für gewisse Algen zur Ernährung notwendig sind oder nicht, ob sie sogar giftig sind und dergl., scheinen mir besonders zwei von allgemeiner Bedeutung zu sein, nämlich die, welche die Beteiligung der Algen an der Selbstreinigung der Flüsse betrifft, und die nach der Möglichkeit, dass niedere Algen den freien Stickstoff der Luft zu assimilieren vermögen. Dass verschiedene Algen viele organische Substanzen und gerade die in den Abwässern vorkommenden aufnehmen und zu ihrer Ernährung verwerten, dadurch aber für die Flussreinigung um so wichtiger werden, in je grösseren Mengen sie auftreten, darf jetzt wohl als erwiesen gelten: diese Verhältnisse sind an einigen Flüssen in der Nähe Berlins neuerdings eingehend studiert worden[5]). Hin-

---

1) Conspectus algarum endophytarum. (La Notarisia. Vol. VI, 1891, p. 1221—1236, 1279—1286, 1291—1304.)

2) Sitzungsberichte der Akademie, Berlin 1894, II, S. 983—987. Taf. VI. Die Alge ist nach ROSENVINGE identisch mit *Harveyella mirabilis* Reinke et Schmitz.

3) PROVAZEK, *Synedra hyalina*, eine apochlorotische Bacillarie. (Österr. bot. Zeitschr. Jahrg. L, 1900, S. 69—73. Mit 2 Fig.)

4) Notiz über Symbiose einer *Cladophora* mit *Ephydatia fluviatilis*, in einem Gebirgssee in Java. (Annales du Jardin Botan. de Buitenzorg. T. XVIII, p. 8—16, Taf. I—II.

5) G. LINDAU, P. SCHIEMENZ, M. MARSSON, M. ELSNER, B. PROSKAUER und H. THIESING. Hydrobiologische und hydrochemische Untersuchungen über die Vorflutersysteme der Bäke, Nuthe, Panke und Schwärze. (Vierteljahrsschr. für gerichtl. Medizin. 3. F. Bd. XXI. Suppl.-Heft 1901. S. 61—218.)

sichtlich des Stickstoffs haben die Versuche von MOLISCH[1]) ergeben, dass die Algen nicht imstande sind, ihn aus der Luft zu assimilieren, und nach BOUILHAC[2]) sind es auch bei *Nostoc punctiforme* nur die mit dieser Alge in Symbiose lebenden Bakterien, die es ermöglichen, dass sie in stickstofffreien Nährlösungen nur auf Kosten des Stickstoffs der Luft sich zu entwickeln vermag.

In der Physiologie der Fortpflanzung hat KLEBS ein ganz neues und höchst interessantes Gebiet eröffnet auf Grund seiner grösstenteils an Algen angestellten Untersuchungen. Die ersten mit *Hydrodictyon* angestellten Versuche[3]), die so bemerkenswerte Resultate ergaben, liegen zwar schon mehr als zehn Jahre zurück, die Fortsetzung dieser Untersuchungen erstreckt sich aber bis zum Jahre 1900[4]), so dass sie hier nicht unerwähnt bleiben dürfen, wenn wir auch auf ihre Ergebnisse nicht näher eingehen. Es sei nur erwähnt, dass mit der erwiesenen Abhängigkeit der geschlechtlichen oder ungeschlechtlichen Fortpflanzung von äusseren Umständen zugleich eine regelmässige Aufeinanderfolge dieser beiden Fortpflanzungsweisen in Gestalt eines Generationswechsels hinfällig wird. Was sonst die Fortpflanzung der Algen betrifft, so soll bei den einzelnen Familien erwähnt werden, was darüber neues bekannt geworden ist.

An der Erforschung der geographischen Verbreitung der Algen ist recht eifrig gearbeitet worden, dabei ist zu beachten, dass die Reisenden in neuester Zeit mehr als früher aus wenig durchforschten Ländern auch die Süsswasseralgen mitgebracht haben, für welche sich in vielen Fällen SCHMIDLE als sehr gewissenhafter Bearbeiter gezeigt hat. Auf einzelne Gebiete können wir nicht eingehen, nur auf die sehr erfolgreiche Tätigkeit der Japaner in ihrer einheimischen Meeresalgenflora sei hingewiesen. An gründlichen Bearbeitungen der Algenfloren grösserer Gebiete ist kein Überfluss in der neueren Literatur vorhanden. In der zweiten Auflage von RABENHORST's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz ist der zweite Band mit den von HAUCK bearbeiteten Meeresalgen seit 1885, der fünfte Band mit den von MIGULA bearbeiteten Characeen seit 1897 vollendet, die Süsswasseralgen aber haben leider noch nicht einmal angefangen. Vorläufig ersetzt diesen Mangel HANSGIRG's Prodromus der Algenflora von Böhmen, dessen zweiter Teil 1892 erschienen ist. Soviel ich sehen kann, sind aber

1) Die Ernährung der Algen (Süsswasseralgen, I. Abteilung.) (Sitzungsber. d. Akademie, Wien. Math.-Naturw. Klasse, Bd. CIV. I. S. 783—800. 1895.)

2) Sur la fixation de l'azote atmosphérique par l'association des algues et des bactéries. (Comptes rendus, Paris 1896, vol. 123, p. 828—830.)

3) Zur Physiologie der Fortpflanzung (Biolog. Centralbl. Bd. IX, 1889, S. 609-616).

4) PRINGSHEIM's Jahrbücher, Bd. 35. S. 80-203.

andere europäische Länder nicht besser daran, insofern es sich um grössere, alle Algen umfassende Bearbeitungen handelt, während einfache Kataloge mehrfach zusammengestellt sind. Von aussereuropäischen Ländern wäre Java zu erwähnen, für das DE WILDEMAN den Versuch einer Algenflora 1900 herausgegeben hat[1]).

Dafür sehen wir eine grosse systematische Zusammenfassung ihrem Abschluss nahe: DE TONI's Sylloge Algarum, von welcher in diesem Jahre der 3. Teil des 4. Bandes erschienen ist. Dieser vierte, noch nicht vollendete Band enthält die Florideen, der erste Band mit den Chlorophyceen, der zweite mit den Diatomeen und der dritte mit den Phaeophyceen sind abgeschlossen, sodass nur noch Cyanophyceen, Flagellaten u. ähnl. ausstehen. Wer jemals über Algen gearbeitet hat, wird DE TONI's Sylloge zu schätzen wissen, und so scheint es nicht nötig, sie hier noch weiter zu rühmen. Der grosse Begründer der neueren Algensystematik, J. G. AGARDH, ist Anfang des Jahres 1901 gestorben, nachdem er bis zuletzt eifrig tätig gewesen war und seine Species, Genera et Ordines Algarum, durch einen dritten Band abgeschlossen hatte[2]). Zuletzt hat er seine anderen Studien unter dem Titel Analecta Algologica in den Akten der Physiologischen Gesellschaft zu Lund herausgegeben, die 5. Fortsetzung ist 1899 erschienen und umfasst noch 160 Seiten und 3 Tafeln.

Von der allgemeinen Systematik kommen wir auf die einzelnen Abteilungen der Algen. Von den Characeen haben wir schon die vortreffliche Bearbeitung dieser Familie durch MIGULA oben erwähnt; wesentlich neues ist für diese Gruppe nicht mehr zu erwarten; die Hoffnung, dass noch neue Algenformen gefunden werden, die als Zwischenglieder zwischen den Characeen und den fadenförmigen Grünalgen gelten könnten, ist nur gering. Eingehendere Studien über die Morphologie und Physiologie der Characeen hat GIESENHAGEN[3]) zu veröffenlichen begonnen.

Bei den Chlorophyceen ist die Zahl der Gattungen am meisten vermehrt worden; infolge dieser vielen neuen Formen und eines genaueren Studiums der histologischen Verhältnisse haben manche Autoren geglaubt, die frühere Einteilung, wie wir sie in WILLE's Bearbeitung[4]) dieser Familie finden, ganz verändern zu müssen. Schon SACHS hat in der 10. und letzten seiner physiologischen Notizen[5])

1) Les algues de la flore de Buitenzorg. Essai d'une flore algologique de Java. (Leiden 1900. Gr.-Oktav. — 457 p. 149 Fig. i. T. u. 16 Taf.)

2) Vol. III. Pars IV. Supplementa ulteriora et indices sistens, Lundi, GLEERUP. 1901. 8°. 148 p.

3) Untersuchungen über die Characeen. 1. Heft. Marburg. 1902. 8°. 144 S.

4) ENGLER-PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Teil, 2. Abteilung. 1890—1891,

5) Flora 1896. Bd. 82, S. 173—223.

die Ansicht ausgesprochen, dass die Chlorophyceen keinem einheitlichen Architypus entsprechen, und WETTSTEIN[1]) hat ihm darin im wesentlichen beigestimmt. Doch sind die hier gemeinten Systemänderungen von anderen Anschauungen ausgegangen: das Nähere findet man in einer 1902 publizierten Arbeit von BLACKMANN und TANSLEY[2]), in der folgende Gruppen aufgestellt werden, deren nähere Erläuterung und Begründung hier nicht gegeben werden kann: 1. *Isokontae*, 2. *Stephanokontae*, 3. *Akontae* und 4. *Heterokontae*; die Namen sind, wie man sieht, nach der Begeisselung der Schwärmsporen gegeben. Übrigens sind in dieser Schrift alle seit 1890 aufgestellten Gattungen zusammengestellt.

Von einzelnen Gruppen sind dann besonders die Oedogoniaceen systematisch gründlich studiert worden: die grosse Monographie von HIRN[3]) zählt 199 Arten von *Oedogonium* und 44 von *Bulbochaete* auf. Eine kritische Revision hat ferner durch F. BRAND[4]) die Gattung *Cladophora* erfahren, auch die Trentepohliaceen sind durch den letztgenannten Algologen[5]), durch HARIOT (1890), KARSTEN (1891) und andere besser bekannt geworden. Recht interessant war die Entdeckung HUBER's[6]) 1894, dass bei einer zu den Chaetophoreen gehörenden Alge, *Aphanochaete repens*, die weiblichen Gameten zwar noch durch Cilien beweglich, aber doppelt so gross als die männlichen sind und diese Alge somit einen trefflichen Übergang von der Kopulation gleichartiger Schwärmer zu der Befruchtung ruhender Eier durch kleine bewegliche Spermatozoidien darbietet[7]). Das letztere Verhältnis finden wir bei *Coleochaete*, deren Befruchtung und dabei eintretende Kernverschmelzung 1898 durch OLTMANNS beschrieben worden ist[8]). Derselbe Forscher hatte vorher für *Vaucheria* gezeigt[9]), dass nur ein weiblicher Kern mit dem männlichen verschmilzt, indem aus dem

1) Die Systematik der Thallophyten usw. (Sitzungsber. d. naturw.-med. Ver. f. Böhmen, Lotos, 1896, Nr. 8, 10 S.), vergl. auch das Handbuch der systematischen Botanik desselben Verfassers, 1. Bd. 1901.

2) A Revision of the Classification of the Green Algae (Reprinted with some rearrangements from The New Phyotologist, vol. I. 1902. 8°. 64 p. London 1903.)

3) Monographie und Iconographie der Oedogoniaceen (Acta Soc. Scient. Fennicae, T. XXVII. No. 1, p. I—IV, 1-394. Taf. 1-64. Helsingfors 1900).

4) Cladophora-Studien (Botan. Zentralblatt Bd. 79, 1899) u. a. Arbeiten.

5) Zur näheren Kenntnis der Algen-Gattung *Trentepohlia*. (Beihefte z. botan. Centralbl., Bd. XII, 1902.)

6) Sur *l'Aphanochaete repens* A. Br. et sa reproduction sexuée. (Bull. Soc. Bot. France 1894, T. XLI, p. XCIV—CIII, Pl. VII.)

7) Vergl. M. MÖBIUS, Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung der Gewächse. Jena 1897. S. 176.

8) Die Entwicklung der Sexualorgane bei *Coleochaete pulvinata*. (Flora 1898. Bd. 85, S. 1—14, Taf. I—II.)

9) Über die Entwicklung der Sexualorgane bei *Vaucheria*. (Flora 1895, Bd. 80, S. 388—420, Taf. VI-X.)

anfangs mehrkernigen Oogonium alle Kerne bis auf einen auswandern. *Vaucheria* führt uns zu den anderen Siphoneen, unter denen die interessante Gattung *Caulerpa* in einer systematischen Monographie von Frau WEBER-VAN-BOSSE[1]) bearbeitet worden ist, während REINKE[2]) sie in einer grösseren, sehr interessanten Arbeit mehr als Prüfungsobjekt für allgemeinere morphologische Probleme behandelt. Übrigens ist es nach all diesen eingehenden Untersuchungen so gut wie sicher, dass bei *Caulerpa* keine Fortpflanzung durch Keime, sondern nur eine vegetative Vermehrung vorkommt, eine für das ganze Pflanzenreich auffallende Erscheinung.

Von den Conjugaten sind die Desmidiaceen immer noch die Familie, welche sich unter allen Algen am meisten durch neue Arten vermehrt. NORDSTEDT[3]) hat 1896 einen Index Desmidiacearum herausgegeben, der 310 Seiten umfasst und in dem sich die Zahl der Zitate auf zirka 24000 beläuft. In morphologischer Hinsicht ist nur daran zu erinnern, dass bereits 1888 HAUPTFLEISCH[4]) erkannt hatte, dass die Schale der meisten Desmidiaceen wie bei den Diatomeen aus zwei in einander geschobenen Stücken besteht und dass derselbe Autor die Poren in der Wandung untersucht hatte. LÜTKEMÜLLER hat dann diese letzteren Untersuchungen fortgesetzt und besonders die Chromatophoren und Pyrenoide bei gewissen Gruppen studiert[5]). Zu den Zygnemaceen und Mesocarpaceen haben W. und G. S. WEST[6]), die Familie der Temnogametaceen hinzugefügt, doch habe ich schon damals bemerkt, dass ihr *Temnogameton heterosporum* mit meiner *Mougeotia Uleana* identisch sein dürfte[7]), jedenfalls ist in dieser Form ein sehr interessanter neuer Modus der Kopulation bekannt geworden.

Die genauere Kenntnis der Peridineen verdanken wir hauptsächlich SCHÜTT, der die Verhältnisse des Baues und der Fort-

---

1) Monographie des Caulerpes. (Annales du Jardin Botan. de Buitenzorg. vol. XV, 1898, p. 243—401. Pl. XX—XXXIV.)

2) Über *Caulerpa*. Ein Beitrag zur Biologie der Meeres-Organismen. (Wissensch. Meeresuntersuchungen Abt. Kiel. N. F. Bd. V, Heft I, S. 1—98. 1899.)

3) Index Desmidiacearum citationibus locupletissimus atque bibliographia. Opus subsidiis et ex aerario regni suecani et ex pecunia regiae academiae scient. suec. collatis editum. 4°, 310 Seiten. Lundae (typis Berlingianis), Berolini (Fratres Borntraeger) 1896.

4) Zellmembran und Hüllgallerte der Desmidiaceen (Inaug.-Diss. Greifswald. 8°, 80 Seit., 3 Taf. 1888).

5) Die Zellmembran der Desmidiaceen. (Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. VIII, S. 347—414, Taf. 18—20, 1902) und frühere Arbeiten, 1894 und 1895.

6) Observations on the Conjugatae. (Ann. of Botany vol. XII, 1898, p. 29—58, Pl. IV—V). WELWITSCH's African Freshwater Algae. (Journ. of Botany 35, 1897, p. 1 ff.)

7) M. MÖBIUS, Über einige brasilianische Algen. (Hedwigia 1895, Bd. 34, S. 173—180, Taf. II.)

pflanzung in dem oben genannten Werke der Planktonexpedition[1]) beschrieben hat, die Systematik aber in ENGLER-PRANTL's natürlichen Pflanzenfamilien zur Darstellung gebracht hat[2]). Ebenda finden wir von SENN[3]) eine Bearbeitung der Flagellaten, die für den Botaniker um so wertvoller ist, als er bisher auch die Formen, welche doch mit mehr Recht den Pflanzen zugerechnet werden, hauptsächlich in zoologischen Werken aufsuchen musste. Mag auch die von SENN befolgte systematische Anordnung im Einzelnen angegriffen werden und verbesserungsfähig sein, so bleibt ihm doch das Verdienst eine übersichtliche Zusammenstellung geschaffen zu haben. Wie sehr im Übrigen die Kenntnis der Peridineen und Flagellaten durch die Planktonuntersuchungen gefördert worden ist, haben wir schon oben bemerkt. Es sei hier noch erwähnt, dass auf diesem Wege auch die bisher so ungenügend bekannten Coccolithen eine genauere Erforschung erfahren haben und von LOHMANN[4]) als Familie der Coccolithophoridae bearbeitet worden sind: die winzigen Organismen (22 Arten in 8 Gattungen) sind am nächsten mit den Chrysomonadinen verwandt und von ihnen besonders durch die Kalkplättchen ihres Panzers unterschieden.

Bei den Braunalgen (Phaeophyceen) ist ja im Einzelnen noch manches zu erforschen: so ist die Natur der Zellinhaltsbestandteile noch nicht ganz aufgeklärt: die von CRATO[5]) entdeckten Physoden sollen gerade bei diesen Algen deutlich hervortreten, doch wird die ihnen von diesem Autor zugeschriebene Rolle von HANSTEEN[6]) bestritten, nach welchem die Physoden nur Assimilationsprodukte, sogen. Phäophyceenstärke, also eine Modifikation der gewöhnlichen Stärke sind. Mehr Interesse bietet die Erforschung der Fortpflanzungsverhältnisse, und in dieser Hinsicht hat besonders SAUVAGEAU[7]) die Ectocarpaceen und Sphacelariaceen untersucht. Die eigentümliche von BERTHOLD schon 1880 beschriebene Kopulation der Schwärmer von *Ectocarpus siliculosus* ist von ihm bestätigt

---

1) Die Peridineen der Planktonexpedition I. Teil. Studien über die Zelle. (Ergebnisse der Planktonexpedition, Bd. IV, 170 Seit. und 27 Taf., 1895.)

2) I. Teil, I. Abteilung b., S. 1—30, 1896.

3) I. Teil, Abteilung 1a, S. 90—188, 1900.

4) Die *Coccolithophoridae*, eine Monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des Mittelmeerauftriebs. (Archiv für Protistenkunde, Bd. I, 1902, S. 89—165, Taf. IV—VI.)

5) Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Elementarorganismus. (Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. VII, S. 407—535, Taf. XII—XV.)

6) Über das Fucosan als erstes scheinbares Produkt der Kohlensäureassimilation bei den Fucoideen. (PRINGSH. Jahrbücher, Bd. 35, 1900, S. 611—625, Taf. XIV.)

7) Observations relatives à la sexualité des Phéosporées. (Extr. du Journal de Botanique, 1896—1897, 50 p., 12 Fig.) u. a. Arbeiten, wie die noch nicht abgeschlossene: Remarques sur les Sphacélariées im Journal de Botanique.

worden. Es ergibt sich eine so grosse Mannigfaltigkeit in der Bildung der Keimzellen bei den Ectocarpeen, indem diese teils beweglich, teils unbeweglich sind, teils regelmässig, teils nur unter bestimmten Umständen, teils niemals kopulieren, dass die einfache Unterscheidung der ein- und mehrfächerigen Sporangien in ungeschlechtliche Sporangien und geschlechtliche oder Gametangien wie sie KJELLMAN[1]) in seiner Bearbeitung in den natürlichen Pflanzenfamilien aufstellt, hinfällig geworden ist und dass es zweifelhaft wird, ob die Tilopteridaceen als besondere Gruppe von den Phaeozoosporeen abzutrennen oder ob sie nicht vielmehr innerhalb derselben den Ectocarpaceen anzureihen sind. Das letztere befürwortet SAUVAGEAU[2]), der in den bisher als Eier und Oogonien bezeichneten Organen der Tilopterideen nur unbewegliche Sporen und ungeschlechtliche Sporangien sieht. Auch KUCKUCK[3]) hat interessante Beiträge zur Kenntnis dieser Gruppe sowie der Phaeozoosporeen überhaupt geliefert. Über die Cutleriaceen haben besonders die Arbeiten von CHURCH[4]) und SAUVAGEAU[5]) uns weitere Aufklärung hinsichtlich des Generationswechsels, der aber auch ausbleiben kann, gebracht; die bisherige Stellung dieser Algen im System ist dadurch nicht weiter geändert worden. Bemerkenswert ist, dass WILLIAMS für die Dictyotaceen gefunden hat, dass die Antherozoidien mit einer langen Geissel versehen sind[6]) und die nackt ausgestossenen Eier befruchten[7]). Die Kopulation des männlichen Kerns mit dem weiblichen in den befruchteten Eiern von *Fucus* ist jetzt durch die Untersuchungen von STRASBURGER[8]) und von FARMER und WILLIAMS[9]) hinreichend bekannt, doch scheint es

1) I. Teil, 2. Abteilung, S. 176, Phaeophyceae, 1891.

2) Les Acinetospora et la sexualité des Tilopteridacées. (Journal de Botanique 1899, Tome XIII, p. 107—127.)

3) Über Schwärmsporenbildung bei den Tilopterideen und über *Choristocarpus tenellus*. (PRINGSH. Jahrb. 1895, Bd. 28, S. 290—322, Taf. IV). Ferner sind besonders hervorzuheben KUCKUCK's „Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen". (Wissensch. Meeresuntersuchungen Abt. Helgoland) seit 1897.

4) The Polymorphy of *Cutleria multifida*. (Ann. of Botany vol. XII, 1898, p. 75—109, Pl. VII—IX.)

5) Les Cutlériacées et leur alternance de générations. (Ann. sc. nat. Bot. Sér. VII, Tome 10, p. 265—362, Pl. 9.)

6) The Antherozoids of *Dictyota* and *Taonia*. (Ann. of Botany, 1897, vol. XI, p. 545—553.)

7) Reproduction in *Dictyota dichotoma*. (Ann. of Botany, 1898, vol. XII, p. 559—560.)

8) Kernteilung und Befruchtung bei *Fucus*. (PRINGSH. Jahrb. 1897, Bd. 30, S. 351—374, Taf. XVII—XVIII.)

9) Contributions to our knowledge of the Fucaceae: their Life-History and Cytology. (Philos. Trans. R. Soc. London. Ser. B., vol. 190, p. 623—645, pl. 19—24. London 1898.)

mir empfehlenswert, die grossen Laminarien wiederholt gründlich daraufhin zu untersuchen, ob bei ihnen die Schwärmer nicht doch kopulieren, denn es wäre sehr sonderbar, wenn so hoch entwickelte Gewächse einer geschlechtlichen Fortpflanzung ganz entbehrten.

Der Hauptförderer unserer Kenntnisse über die Entwickelung der Florideen, F. SCHMITZ, ist 1895 gestorben; die von ihm begonnene Bearbeitung dieser Familie in den Natürlichen Pflanzenfamilien hat HAUPTFLEISCH nach dem vorhandenen Manuskript zu Ende gebracht; für die Rhodomelaceen hatte SCHMITZ die Unterstützung FALKENBERG's gehabt, dessen grosse Monographie über diese Familie, mit 24 prächtig ausgeführten Tafeln versehen, seit 1901 abgeschlossen vor uns liegt[1]). Dass die Befruchtung auch bei den Florideen in der Verschmelzung des männlichen mit dem weiblichen Kern besteht und in der die Trichgyne tragenden Zelle vor sich geht, hat WILLE[2]) zuerst an *Nemalion multifidum* gezeigt, und es ist dann auch für andere Arten bestätigt worden; sehr eigentümliche Verhältnisse hat SCHMIDLE[3]) für *Batrachospermum Bohneri* beschrieben. Eine zweite Befruchtung mit Verschmelzungen von Zellkernen findet, wie schon aus allgemeinen Gesichtspunkten abzuleiten ist, nicht statt. Besonders klar zeigt die Arbeit von OLTMANNS[4]), dass die befruchtete Eizelle, wenn aus ihr nicht direkt die sporenbildenden Zellen, der Gonimoblast, aussprossen, sich durch kurze Fortsätze oder längere Fäden mit der Auxiliarzelle oder den Auxiliarzellen verbindet, dass aber bei dieser Fusionierung niemals eine Kernverschmelzung eintritt, sondern nur ein Abkömmling des Kerns der Eizelle in die Auxiliarzelle übertritt und deren Kern verdrängt.

Die verschiedenen Weisen, wie sich Eizelle und Auxiliarzellen zu einander verhalten, hat bereits SCHMITZ zur Einteilung der eigentlichen Florideen in vier Familien benutzt. Dass mit ihnen die Bangiaceen, über deren Fortpflanzungsverhältnisse nichts wesentlich Neues ermittelt ist, zur Gruppe der Florideen im weiteren Sinne gehören, und dass auch die Süsswasseralge *Thorea* den Florideen zugezählt werden muss, ist jetzt wohl allgemein anerkannt. Was die von HEYDRICH früher angegebene Befruchtung vor der Entwicklung

1) Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. (Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 26. Monographie, 754 Seiten, Berlin 1901.)

2) Über die Befruchtung bei *Nemalion multifidum*. (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1894, Bd. XII, S. 57.)

3) Einiges über die Befruchtung, Keimung und Haarinsertion von *Batrachospermum*. (Bot. Zeitung 1899, Bd. 57, I, S. 125—135, Taf. IV.)

4) Zur Entwicklungsgeschichte der Florideen. (Bot. Zeitung 1898, Bd. 56, I, S. 99—140, Taf. IV—VII.)

des Tetrasporangiums betrifft[1]), so ergibt sich aus seiner neuen Arbeit[2]), dass wir es hier nur mit einer Verschmelzung benachbarter Zellen und dem Übertritt des Kerns aus der einen in die andere zu tun haben; allerdings ist eine auffallende Analogie mit dem Verhalten des befruchteten Eikerns zu dem Kern der Auxiliarzelle vorhanden.

Noch einige Worte über die Cyanophyceen mögen diese systematische Übersicht beschliessen. Eine ganze waffenklirrende Literatur, deren Autoren besonders BÜTSCHLI, ALFRED FISCHER und E. ZACHARIAS sind, liegt über den Zellinhalt derselben vor. Des verstorbenen HEGLER nachgelassene Arbeit[3]) sucht zwar das Vorhandensein eines echten, sich mitotisch teilenden Kernes nachzuweisen, scheint mir aber nicht imstande dazu zu sein. Dass ein farbloser Centralkörper und eine gefärbte peripherische Plasmaschicht den Zellinhalt bildet, steht nun wohl fest, wie aber diese und andere kleinere Zellinhaltskörper zu deuten sind, ist noch nicht so sicher. Auf die Frage über das Vorkommen von Gasvakuolen in den Zellen dieser Pflanzen wurde oben hingewiesen. Ebenso unaufgeklärt sind noch zwei andere Umstände geblieben, nämlich die Bewegung der Oscillarienfäden[4]) und das Vorkommen von Schwärmsporen. In letzterer Hinsicht ist von ZUKAL[5]) das Austreten kleiner Körperchen aus einer Zelle, deren Beweglichkeit, ja sogar ihre gelegentliche Kopulation beobachtet worden, aber über die Cilien wird nichts angegeben: es handelt sich vielleicht nur darum, dass die Entstehung zahlreicher freier Keime aus einer Zelle nicht nur bei den Chamaesiphoneen, sondern auch bei anderen Gruppen vorkommt.

Es wäre zum Schluss noch einiges über die Technik und über die Algae exsiccatae zu sagen. Bezüglich des ersten Punktes darf nicht unerwähnt bleiben, dass PFEIFFER VON WELLHEIM eine bis ins einzelnste ausgearbeitete Anleitung zur Präparation der Süsswasseralgen veröffentlicht hat[6]): aus ziemlich vielen, von ihm hergestellten Präparaten, die ich zu sehen Gelegenheit hatte, muss ich schliessen, dass seine Methoden zu vorzüglichen Resultaten führen.

1) Die Befruchtung des Tetrasporangiums von *Polysiphonia*. (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, Bd. 19, S. 55—71, Taf. III.)

2) Das Tetrasporangium der Florideen, ein Vorläufer der sexuellen Fortpflanzung. (Bibliotheca Botanica, Heft 57, S. 1—9, Taf. I, Stuttgart 1902.

3) Untersuchungen über die Organisation der Phycochromaceenzellen. (PRINGSH. Jahrb. 1901, Bd. XXXVI, S. 229—354, Taf. V—VI.)

4) C. CORRENS, Über die Membran und die Bewegung der Oscillarien. (Berichte der Deutschen Bot. Gesellsch., 1897, Bd. 15, S. 139—148.)

5) Neue Beobachtungen über einige Cyanophyceen. (Berichte der Deutschen Bot. Gesellsch., 1894, Bd. 12, S. 256—266, Taf. XIX.)

6) Zur Präparation der Süsswasseralgen (mit Ausschluss der Cyanophyceen und unter besonderer Berücksichtigung der Chlorophyceen). (PRINGSH. Jahrb., 1894, Bd. 26, S. 674—732.)

Was die Sammlungen getrockneter Algen betrifft, so ist zunächst zu erwähnen, dass von den Algae aquae dulcis exsiccatae usw., die von Wittrock, Nordstedt und Lagerheim herausgegeben wurden, in diesem Jahre die Faszikel 31—34 als die letzten mit No. 1612 als Schlussnummer erschienen sind. Von der Phycotheca universalis, die jetzt Paul Richter in Leipzig allein herausgibt, sind die letzten Faszikel, nämlich der 14. und 15., 1896 erschienen, die Fortsetzung dürfte später folgen. Sonst werden noch, soweit mir bekannt ist, herausgegeben: Phycotheca boreali-americana von Collins, Holden und Setchell, die jetzt bei dem 14. Faszikel angelangt ist, die American Algae von Tilden, deren 6. Centurie 1902 erschienen ist, und seit 1899 die Algae Japonicae von K. Okamura. Algen sind auch enthalten in den vom Museum Palatinum in Wien durch Zahlbruckner herausgegebenen Kryptogamae exsiccatae, und zwar in besonderen Dekaden; ebenso in der hauptsächlich für Anfänger bestimmten Sammlung, die Migula unter dem Namen Kryptogamae Germaniae, Austriae et Helvetiae exsiccatae seit 1902 ausgibt; hierin enthalten bis jetzt der 2. und 10. Faszikel nur Algen (No. 1—25, 26—51). Dadurch, dass in der Fortsetzung zu „Thomé's Flora von Deutschland usw.“ von Migula auch die Algen bearbeitet werden sollen, darf man hoffen, dass dann auch den Nichtbotanikern diese Abteilung des Pflanzenreiches vertrauter werden wird. Diese ahnen ja gar nicht, wie gross die Mannichfaltigkeit der Formen bei den Algen ist, und sie werden kaum glauben, dass durchschnittlich im Jahre (von 1884 an gerechnet) 195 Arbeiten anzuführen sind, die sich mit Algen beschäftigen, und dass seit 1899 durchschnittlich im Jahre 250 neue Arten zu verzeichnen sind; die Zahlen würden natürlich noch höher sein, wenn man absolute Vollständigkeit bei einem solchen Jahresbericht erreichen könnte und wenn die Diatomeen mit gerechnet wären.

Verzeichnis der Pflanzennamen.

Mitgliederliste.

Abgeschlossen am 15. April 1904.

Ehrenmitglieder.

Bornet, Dr. **E.**, Mitglied des Institut de France in **Paris**, Quai de la Tournelle 27. Erwählt am 17. September 1884.

Delpino, F., Professor der Botanik und Direktor des kgl. botanischen Gartens in **Neapel**. Erwählt am 1. Dezember 1898.

Famintzin, A., emer. Professor der Botanik, Mitglied der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg**. Erwählt am 1. Dezember 1904.

Hansen, Dr. **Emil Christian,** Professor und Direktor der physiologischen Abteilung des Carlsberg Laboratoriums in **Kopenhagen.** Erwählt am 24. September 1901.

Hooker, Sir **Jos.**, in **The Camp**, **Sunningdale**, Berkshire. Erwählt am 17. September 1883.

Philippi, Dr. **R. A.**, jubilierter Direktor des Nationalmuseums in **Santiago** (Chile). Erwählt am 21. September 1897.

Treub, Dr. **Melchior,** Direktor des botanischen Gartens in **Buitenzorg** (Java). Erwählt am 24. September 1891.

de Vries, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Universität in **Amsterdam,** Parklaan 9. Erwählt am 24. September 1891.

Warming, Dr. **Eugen**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Museums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in **Kopenhagen.** Erwählt am 24. September 1891.

Korrespondierende Mitglieder.

Balfour, J. Bailey, Professor der Botanik an der Universität in **Edinburg.**

Beccari, Odoardo, vordem Direktor des botanischen Gartens und botan. Museums in Florenz, z. Z. in Baudino bei **Florenz,** Villa Beccari.

Bonnier, Dr. **Gaston**, Mitglied des Institut de France, Professor der Botanik an der Universität in **Paris.**

Bower, F. O., Professor der Botanik an der Universität in **Glasgow,** 1. Hillhead, St. Johns Terrace.

Christ, Dr. **Hermann,** Oberlandesgerichtsrat in **Basel,** St. Jacobstr. 9.

Darwin, Francis, M. B., F. R. S., F. L. S., in **Beckenham** (Kent, England).

Farlow, Dr. **W. G.,** Professor der Botanik an der Universität **Cambridge,** Mass. (Vereinigte Staaten).

Grunow, A., Chemiker in **Berndorf** bei Wien.

Guignard, Dr. **Léon,** Professor der Botanik an der Ecole supérieure de pharmacie, Mitglied des Institut de France, in **Paris,** 1 rue des Feuillantines.

Henriques, Dr. **J. A.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Coimbra** (Portugal).

King, Sir **George,** vordem Direktor des botanischen Gartens in **Calcutta.**

Kjellman, Dr. **G. R.,** Professor der Botanik an der Universität in **Upsala.**

Nathorst, Dr. **Alfred G.,** Professor und Direktor des phytopaläontologischen Museums, Mitglied der kgl. schwed. Akademie der Wissenschaften, in **Stockholm.**

Nawashin, Dr. **S.,** Professor der Botanik in **Kiew.**

Oliver, Daniel, Professor der Botanik, Mitglied der Royal Society, in **Kew** bei **London.**

Oudemans, Dr. **C. A. J. A.,** emeritierter Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens, Redakteur des „Nederlandsch kruidkundig Archief“ in **Amsterdam.**

Renault, Dr. **B.,** Aide-naturaliste de paléontologie végétale am Muséum d'histoire naturelle in **Paris,** 1 rue de la Collégiale.

Rostrup, E., Lector an der Landbauhochschule in **Kopenhagen.**

Saccardo, Dr. **P. A.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Padua.**

Thaxter, Dr. **Roland,** Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.), 7 Scott Str.

Van Tieghem, Ph., Professor der Botanik, Mitglied des Institut de France in **Paris,** 16 rue Vauquelin.

Ward, Marshall H., D. Sc., F. R. S., Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge,** 11 Cranmer Road (England).

Wittrock, Dr. **V. B.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Museums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in **Stockholm.**

Mitglieder[1]).

Abromeit, Dr. **Johannes**, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am botan. Garten in **Königsberg i. Pr.**, Kopernikusstr. 10A.

Aderhold, Dr. **Rudolf**, Geh. Regierungsrat, Direktor der biologischen Abteilung des kaiserlichen Gesundheitsamtes zu Berlin, in **Dahlem** bei Steglitz, Grunewaldstr.

Ambronn, Dr. **H.**, Professor an der Universität und wissenschaftlicher Mitarbeiter an der optischen Werkstätte von CARL ZEISS in **Jena**, Saalbahnstr. 38.

Anderson, Dr. **Alexander P.**, Botanist and Food Expert, American Cereal Co., Monadnock Building, **Chicago** Jll. (U. S. A.).

Andrée, Ad., Apothekenbesitzer in **Hannover**, Schiffgraben 36.

Appel, Dr. **Otto**, Regierungsrat, Mitglied des kaiserlichen Gesundheitsamtes, Biologische Abteilung für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem** bei Steglitz, Grunewaldstr.

Arcangeli, Dr. **Giov.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Pisa**.

Areschoug, Dr. **F. W. C.**, ehemaliger Professor der Botanik an der Universität Lund, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in Stockholm, in **Lund** (Schweden).

Arnim-Schlagenthin, Graf von, auf **Nassenheide** in Pommern, Station der Kleinbahn Stoeven-Stolzenburg.

Arnoldi, Dr. **Wladimir**, Professor der Botanik an der Universität in **Charkow**, Botanischer Universitätsgarten, Klotschkowskaia 52.

Ascherson, Dr. **P.**, Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W.**, Bülowst. 51, pt.

Bachmann, Dr. **E.**, Professor, Oberlehrer am Realgymnasium in **Plauen** im Voigtlande, Leissnerstr. 1.

Bachmann, Dr. **Hans**, Professor in **Luzern**.

Ball, O. Melville, Ph. Dr., Professor in Charge, Botanist to the Department of Botany and Mycology, in **College Station**, Texas (U. S. A.).

Baesecke, P., Apotheker in **Marburg a. Lahn**, Am Rudolfsplatz 3.

Barnéwitz, A., Professor am VON SALDERN'schen Realgymnasium in **Brandenburg a. H.**, Havelstr. 14, II.

Bartke, R., Oberlehrer an der städtischen Realschule in **Cottbus**, Turnstrasse 7, pt.

---

1) Die ausserordentlichen Mitglieder sind mit einem * bezeichnet.

Baur, Dr., **Erwin,** Assistent am botanischen Institut der Universität in **Berlin NW.,** Dorotheenstr. 5.

Beck, Dr. **Günther,** Ritter **von Mannagetta,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens der deutschen Universität, in **Prag** II, Weinberggasse 1965.

Becker, H., Dr. med. in **Grahamstown** (Südafrika), Die Duveneck.

Behrens, Dr. **Joh.,** Professor, Vorstand der grossherzoglichen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt **Augustenberg** bei **Grötzingen** (Baden).

Belajeff, Dr. **W.,** Kurator der Volksaufklärung zu **Kiew,** Nowonicolaewska 9 (Russland).

Benecke, Dr. **W.,** Professor, Privatdozent der Botanik, Botanisches Institut in **Kiel,** Bergstr. 27.

Bertel, Dr. **Rudolf,** Assistent am botanischen Institut der deutschen technischen Hochschule in **Prag,** Hussgasse 5.

Berthold, Dr. **G.,** Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes in **Göttingen.**

Bessey, Ernest, B. Sc., M. A., Agricultural Explorer, U. S. Department of Agriculture, in **Washington,** DC. (U. S. A.), z. Z. **Halle a. S.,** Jägerplatz 7.

***Beyer, R.,** Professor, Oberlehrer in **Berlin O.**. Raupachst. 13, I.

Bitter, Dr. **Georg,** Privatdozent der Botanik, Assistent am botanischen Institut in **Münster** (Westf.), Wilhelmstr. 72.

Blasius, Dr. **Wilhelm,** Geh. Hofrat, Professor und Direktor des herzoglichen botanischen Gartens und des herzoglichen naturhistorischen Museums in **Braunschweig,** Gaussstr. 17.

Blumentritt, Fritz, Professor an der Staatsrealschule in **Leitmeritz** (Böhmen).

Boergesen, Fr., mag. sc., Bibliothekar am botanischen Museum in **Kopenhagen,** Oesterbrogade 18.

Bohlin, Dr. **Knut,** Lektor, Privatdozent der Botanik an der Universität, in **Stockholm,** Åsögatan 81.

Borzì, A., Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens und des pflanzenphysiolog. Instituts der königl. Universität in **Palermo.**

Brand, Dr. **Friedrich,** in **München,** Liebigstr. 3.

Brandes, W., Apotheker in **Hannover,** Prinzenstr. 12a.

Brandis, Dr. **Dietrich,** Professor in **Chapel,** Kew, England, Botan. Garten.

Braungart, Dr. **R.,** Professor in **München,** Fürstenstr. 18, I.

Brehmer, Dr. **W.,** Senator in **Lübeck,** Königstr. 57.

Brendel, R., Fabrikant botanischer Modelle in **Grunewald** bei Berlin, Bismarck-Allee 37.

Brick, Dr. **C.,** Assistent am Botanischen Museum, Leiter der Station für Pflanzenschutz in **Hamburg** V, St. Georgskirchhof 6, I.

Briosi, Dr. **Giovanni,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Laboratorio crittogamico in **Pavia.** (Italien.)

Bruck, Dr. **Werner,** in **Breslau,** Alexanderstr. 18a.

Bruns, Dr. **Erich**, in **Barmen-Wichlinghausen**, Weststr. 38.

Bubák, Dr. **Franz**, Professor der Botanik und der Pflanzenkrankheiten an der königl. landwirtschaftlichen Akademie in **Tábor** (Böhmen).

Buchenau, Dr. **Fr.**, Professor, ehem. Direktor der Realschule am Doven Tor in **Bremen**, Wachmannstr. 36.

Bucherer, Dr. **Emil**, in **Basel**, Jurastr. 54.

Burchard, Dr. **O.**, Vorstand der agrikulturbotanischen Versuchsstation und Samenprüfungsanstalt in **Hamburg**, 17., Magdalenenstr. 22.

Burgerstein, Dr. **A.**, Gymnasialprofessor, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Wien** II, Taborstr. 75.

Burtt, Dr. **A. H.**, Director of the Botanical Laboratory and Scientific Department in **York** (England). Adresse: **J. Backhouse** and Son, **London**, The Nurseries. York.

Busch, Dr., in **Bremen**, Nordstr. 72.

Büsgen, Dr. **M.**, Professor der Botanik an der königl. Forstakademie in **Hann. Münden**, Bismarckstr. 606a.

Busse, Dr. **Walter**, Privatdozent der Botanik an der Universität Berlin, wissenschaftl. Hilfsarbeiter im kaiserlichen Gesundheitsamte, in **Wilmersdorf** bei Berlin, Wilhelmsaue 16.

Campbell, Dr. **Douglas H.**, Professor der Botanik an der Leland Stanford Junior University in **Palo Alto**, Kalifornien (Ver. Staaten).

Cavara, Dr. **Fridiano**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Catania**, Sicilien.

Cavet, Dr. **Louis**, Königlicher Garteninspektor in **Wiesbaden**, Parkstr. 42.

Čelakovský, Dr. **Ladislav**, honor. Dozent der Botanik an der böhmischen technischen Hochschule in **Prag**, Benátecká ulice 433.

Chamberlain, Charles, Associate in Botany, in **Chicago** (U. S. A.), University.

Chodat, Dr., Professor der Botanik an der Universität in **Genf**.

Clark, Dr. **James**, Prefessor der Botanik am Yorkshire College in **Leeds**, England.

Claussen, Dr. **Peter**, Assistent am pharmakognostischen Institut der Universität in **Freiburg i. B.**

Conwentz, Dr. **H.**, Professor, Direktor des Westpreussischen Provinzial-Museums in **Danzig**.

Correns, Dr. **Carl E.**, Professor der Botanik in **Leipzig**, Talstr. 6, III.

Czapek, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik an der deutschen technischen Hochschule in **Prag**.

***Dalla Torre**, Dr. **Carl von**, Universitätprofessor in **Innsbruck**, Claudiastrasse 6.

Dalmer, Dr. **Moritz**, Gymnasialoberlehrer in **Jena**.

Damm, Dr. **Otto**, städtischer Lehrer in **Charlottenburg**, Wilmersdorfer Strasse 105, II.

Darbishire, Dr. **O. V.**, in **Manchester** (England), Owens College.

Davis, Dr. **Bradley Moore**, Associate-Professor an der Universität in **Chicago**, Ill. (U. S. A.), z. Zt. in **Neapel**, Zoologische Station.

Detmer, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität in **Jena**.

Diels, Dr. **L.**, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am kgl. botan. Museum, in **Berlin W.**, Kleiststr. 21.

***Dietel**, Dr. **P.**, Oberlehrer in **Glauchau**, Turnerstr. 19.

Dingler, Dr. **Hermann**, Professor der Botanik an der forstlichen Hochschule in **Aschaffenburg** (Bayern).

Dohrn, Dr. **A.**, Geheimer Regierungsrat, Professor und Direktor der zoologischen Station in **Neapel**.

***Dresler, E. F.**, Kantor a. D. in **Löwenberg** in Schlesien.

Drude, Dr. **Oskar**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der königl. technischen Hochschule und Direktor des botanischen Gartens in **Dresden**, Königl. botanischer Garten.

Duggar, Dr. **M. Benjamin**, Professor der Botanik an der Missouri-Universität in **Columbia** Mo. (U. S. A.).

Dusén, Ingenieur, Kustos am botanischen Museum in **Rio de Janeiro**, Consulado general da Suecia e Norvega.

Eberdt, Dr. **Oskar**, Kustos und Bibliotheksvorstand an der königlichen geologischen Landesanstalt zu Berlin, **Halensee** bei Berlin, Westfälische Strasse 38.

***Ebermayer**, Dr. **E.**, Geh. Hofrat, Professor in **München**.

Edwall, Dr. **Gustavo**, in **São Paulo**, E. U. do Brasil, Commissao Geographica e Geologica.

Engler, Dr. **A.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens und Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Steglitz** bei Berlin, Neuer königl. botanischer Garten.

Ernst, Dr. **Alfred**, Privatdozent an der Universität in **Zürich** IV, Sonneggstrasse 61.

Errera, Dr. **Léo**, Professor an der Universität, Mitglied der belgischen Akademie der Wissenschaften, in **Brüssel**, Rue de la Loi 38.

Escombe, Fergusson, in **Dublin** (Irland), 77 Waterloo Road.

Esser, P. **HJ.** (S. V. D.), Lehrer der Anatomie und Physiologie der Pflanzen in **St. Gabriel** bei Mödling-Wien.

Faber, Dr. **F. C. von**, Assistent der Botanik an der königl. technischen Hochschule zu **Stuttgart**.

Fabricius, Dr. **Ludwig**, Assistent der Botanik an der königlichen forstlichen Versuchsanstalt in **München**.

Falkenberg, Dr. **Paul**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Rostock**.

Farmer, J. B., M. A., Professor der Botanik in **London W.,** Claremont House, Wimbledon Common.

Fedde, Dr. **Friedrich,** Oberlehrer in **Schöneberg** bei Berlin, Eisenacherstrasse 78, II.

Fedtschenko, Boris von, Konservator am Kaiserl. botanischen Garten in **St. Petersburg.**

Feist, Dr. **A.,** Gymnasialoberlehrer in **Braunschweig,** Petristr. 20.

Figdor, Dr. **W.,** Privatdozent an der k. k. Universität in **Wien** III, Beatrixgasse 27.

Fischer, Dr. **Alfred,** Professor der Botanik in **Basel,** Botanischer Garten.

Fischer, Dr. **Ed.,** Professor der Botanik in **Bern,** Rabbenthalstr. 79.

Fischer, Dr. **Hugo,** Privatdozent der Botanik an der Universität in **Bonn,** Königstr. 65.

Fischer von Waldheim, Dr. **Alexander,** kais. russischer Geheimer Rat, Exzellenz, emerit. ordentl. Professor der Botanik, Direktor des kaiserlichen botanischen Gartens in **St. Petersburg.**

Fitting, Dr. **Hans,** Privatdozent und Assistent am botanischen Institut in **Tübingen,** Liststrasse 14, II.

Flahault, Dr., Professeur de l'Université, Directeur de l'Institut de Botanique in **Montpellier.**

Focke, Dr. **W. O.,** in **Bremen,** Steinernes Kreuz 2a.

Forti, Dr. **Achille,** in **Verona,** Via S. Eufemia. (Italien.)

Foslie, M., Direktor der botanischen Abteilung des Museums in **Trondhjem** in Norwegen.

Fritsch, Dr. **Karl,** Professor der Botanik und Vorstand des botanischen Laboratoriums an der Universität in **Graz** (Steiermark), Albertstr. 19.

Fritsch, Dr. **E. F.,** in **London,** W. C., Gower Street, Botanical Department, University College.

Fuchs, Dr. **Coelestin Anton,** Pater am Gymnasium in **Komotau** (Böhmen).

Fünfstück, Dr. **Moritz,** Professor der Botanik an der königlichen technischen Hochschule in **Stuttgart,** Kernerstr. 29, I.

Fürnrohr, Dr. **Heinrich,** Hofrat, Vorstand der botanischen Gesellschaft in **Regensburg.**

Fujii, Dr., **K.,** Professor der Botanik in **Tokio,** z. Z. in **München,** Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

Gaidukov, N. M., in **St. Petersburg,** Botanisches Institut der Universität.

Gardiner, Walter M. A., F. R. S., Fellow and Bursar of Clare College in **Cambridge** (England), Hills Road 45.

***Geheeb, A.,** in **Freiburg i. Br.,** Göthestr. 39, III.

Geisenheyner, L., Gymnasialoberlehrer in **Kreuznach.**

Gibson, Dr. **R. J. Harvey,** Professor der Botanik in **Liverpool,** Botanisches Institut, University College.

Giesenhagen, Dr. **Karl,** Professor der Botanik, in **München,** Thorwaldsenstrasse 17, I.

Giessler, Dr. **Rudolf,** Kustos am botan. Institut in **Leipzig,** Sidonienstr. 19.

Gilg, Dr. **Ernst,** Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Kustos am königl. botan. Museum in **Steglitz** bei Berlin, Neuer königl. Botanischer Garten.

Gjurašin, Dr. **Stjepan,** Professor am Mädchenlyceum in **Agram** (Croatien).

Glück, Dr. **Hugo,** Professor der Botanik in **Heidelberg,** Brückenstr. 18, I.

Gobi, Dr. **Chr.,** Professor der Botanik an der Universität in **St. Petersburg,** Wassilii Ostrow, 9. Linie, 46, Qu. 34.

Goebel, Dr. **K.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens, sowie des pflanzenphysiologischen Institutes in **München,** Luisenstr. 27, II.

Goethart, Dr. **J. W. Chr.,** Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Niederlande), Rijn-Schickade 78.

Golenkin, Dr., Privatdozent der Botanik an der Universität **Moskau,** Botanisches Institut der kaiserlichen Universität. Botanischer Garten.

Goodale, Dr. **George Lincoln,** Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.).

Graebner, Dr. **P.,** Assistent am königl. botanischen Garten in Berlin, in **Gross-Lichterfelde,** Victoriastr. 8.

Gran, Dr. **H.,** Dozent in **Bergen** (Norwegen), Fiskeriundersögelsernes Laboratori.

Grosser, Dr. **Wilhelm,** Direktor der agrikulturbotanischen Versuchsstation in **Breslau** X, Matthiasplatz 1.

Grüss, Dr. **J.,** Oberlehrer, in **Treptow** bei Berlin, Köpenicker Landstr. 37.

Gürke, Dr. **M.,** Professor, Kustos am königl. botan. Museum zu Berlin in **Steglitz** bei Berlin, Rothenburgstr. 30, II.

Haacke, Dr. **Otto,** Realgymnasialoberlehrer in **Plauen i. V.**

Haberlandt, Dr. **G.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Graz,** Elisabethstr. 16a.

Hallier, Dr. **Hans,** Assistent am Hamburgischen Botanischen Museum und am Botanischen Laboratorium für Warenkunde in **Hamburg** 24, Hohenfelder Strasse 17 I., z. Z. auf den Karolinen-Inseln.

Hämmerle, Dr. **J.,** Oberlehrer an der höheren Staatsschule in **Döse** bei Cuxhaven, Strichweg 29b.

Hanausek, Dr. **T. F.,** Professor, Gymnasialdirektor in **Krems** an der Donau.

Hannig, Dr. **E.,** Privatdozent der Botanik, Assistent am botanischen Institut der Universität in **Strassburg i. Els.,** Botanisches Institut.

Hansen, Dr. **Adolf,** Professor der Botanik, Direktor des botanischen Gartens in **Giessen.**

Harms, Dr. **H.,** wissenschaftlicher Beamter der königlichen Akademie der Wissenschaften, in **Schöneberg**-Berlin, Erdmannstr. 3.
Harper, R. A., in **Madison,** Wisc. (U. S. A.), 423 N. Carroll Street.
Hartwich, Dr. **C.,** Professor der Pharmakognosie am Polytechnikum in **Zürich.**
Haupt, Dr. **Hugo,** in **Leipzig,** Hospitalstr. 2, III.
Hauptfleisch, Dr. **Paul,** Privatdozent der Botanik in **Stuttgart,** Moltkestrasse 23.
Haussner, Dr. **R.,** Professor an der grossherzoglichen badischen technischen Hochschule in **Karlsruhe,** Kaiserstr. 12.
Hecke, Dr. **Ludwig,** Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in **Wien** III, Hauptstr. 96.
Heering, Dr. **W.,** in **Altona,** Waterloostr. 14, I.
Hegelmaier, Dr. **Fr.,** Professor der Botanik in **Tübingen,** Olgastrasse 5.
Hegi, Dr., Kustos am Botanischen Garten in **München.**
Heinricher, Dr. **E.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens der Universität in **Innsbruck.**
Heinsius, Dr. **H. W.,** in **Amsterdam,** Vondelkerkstraat 10.
Herrmann, E., Königl. Oberförster in **Wirthy** bei Bordzichow in Westpr.
Herpell, Gustav, in **St. Goar.**
Hesse, Dr. **Rud.,** Direktor der landwirtschaftlichen Winterschule in **Marburg i. H.,** Barfüsserthor 26.
Hesselmann H., Lizentiat der Philosophie, in **Stockholm,** Högskola.
Heukels, H., Lehrer an der Realschule in **Amsterdam,** Weesperzijde 81.
Heydrich, F., Rentner in **Wiesbaden,** Martinstr. 12.
Hieronymus, Dr. **Georg,** Professor, Kustos am botanischen Museum zu Berlin, in **Schöneberg** bei Berlin, Hauptstr. 141.
Hildebrand, Dr. **F.,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Freiburg** in Baden.
Hiltner, Dr., Regierungsrat, Direktor der agrikulturbotanischen Versuchsanstalt **München-Schwabing,** Osterwaldstrasse. 9.
Hinneberg, Dr. **P.,** in **Altona-Ottensen,** Flottbeker Chaussee 29.
Hinze, Dr. **G.,** in **Dessau,** Akazienstr. 8.
Hobein, Dr. **M.,** Chemiker in **München,** Gabelsbergerstr. 76a.
Höck, Dr. **Fernando,** Oberlehrer in **Luckenwalde,** Breite Strasse 12/13.
***Hoffmann,** Dr. **Ferd.,** Oberlehrer in **Charlottenburg,** Spandauer Strasse 6.
Hoffmeister, Dr. **Camill,** Leiter der Versuchsstation für Flachsindustrie in **Trautenau.**
Höhnel, Dr. **Fr.,** Ritter **von,** Professor an der technischen Hochschule in **Wien** IV, Karlsplatz 13.
Hollrung, Dr. **M.,** Professor, in **Halle a. S.,** Martinsberg 8, III.
Holtermann, Dr. **Carl,** Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin NW.,** Dorotheenstr. 5.
Holzner, Dr. **G.,** Professor a. D. in **München,** Luisenstr. 39, III.

***Horn, Paul**, Apotheker in **Waren** (Mecklenburg).
Hosseus, Dr., in **Gross-Lichterfelde W.**, Roonstr 18.
Hunger, Dr. **F. W. T.**, derz. Adresse: Firma E. J. BRILL, **Leiden** (Holland).

Iltis, Dr. **Hugo**, in **Prag** II, Sokolstr. 4, III.
Jaap, O., Lehrer in **Hamburg**-Borgfelde, Burgstr. 52.
Jaczewski, Arthur von, Vorsteher des pathologischen Laboratoriums am kaiserlichen botanischen Garten in **St. Petersburg.**
Jahn, Dr. **Eduard**, Oberlehrer in **Charlottenburg**, Holtzendorffstr. 17.
Jensen, Hjalmar, in **Buitenzorg** auf Java, 's Lands Plantentuin.
Johannsen, Dr. **W.**, Professor der Pflanzenphysiologie und Vorstand des pflanzenphysiologischen Laboratoriums der königl. dänischen landwirtschaftlichen Hochschule in **Kopenhagen.**
Johnson, Dr. **T.**, F. L. S., Professor der Botanik am Royal College of Science und Kustos der botanischen Sammlungen des Nationalmuseums in **Dublin.**
Jones, Charles E., B. Sc., Royal College of Science, South Kensington, **London SW.**, Imperial Institute.
Jönsson, Dr. **Bengt**, Professor der Botanik und Direktor des morphologisch-biologischen Museums in **Lund** (Schweden).
Jost, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik in **Strassburg i. Els.**, Ruprechtsau, Adlergasse 12.
Issatschenko, Boris, Privatdozent der kais. Universität, Vorsteher der Samenprüfungsstation in **St. Petersburg**, Apotekarskii Prospekt 14.
***Istvanffi, Gyula von (Schaarschmid, J.)**, Direktor der königl ungarischen ampelologischen Centralanstalt, in **Budapest** I, Paulor utca Nr. 1.

Kabát, Jos. Em., emeritierter Zuckerfabrikdirektor in **Turnau** 544 (Böhmen).
Kamerling, Dr. **Z.**, in **Pekalongu** (Java).
Karsten, Dr. **George**, Professor der Botanik in **Bonn**, Arndtstr. 20.
Katitsh, Danilo, Professor, Gymnasialoberlehrer in **Kragujewatz** (Serbien).
Keller, Dr. **Robert**, Rektor in **Winterthur**, Frollstr. 32 (Schweiz).
Kienitz-Gerloff, Dr. **F.**, Professor in **Weilburg**, Reg.-Bez. Wiesbaden.
Kirchner, Dr. **O.**, Professor der Botanik an der landwirtschaftlichen Akademie in **Hohenheim** bei Stuttgart.
Klebahn, Dr. **H.**, in **Hamburg** 30, Hoheluftchaussee 124.
Klebs, Dr. **Georg**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Halle a. S.**
Klein, Dr. **Edmund**, Professor in **Diekirch** in Luxemburg.
Klein, Dr. **Jul.**, Professor am königl. ungarischen Josephs-Polytechnikum in **Budapest.**
Klein, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens an der technischen Hochschule in **Karlsruhe** in Baden, Kaiserstr. 2 (Botanisches Institut).

Klemm, Dr. **P.,** in **Gautzsch** bei Leipzig, Bauverein.

Kneucker, A., Redakteur der Allgemeinen botanischen Zeitschrift in **Karlsruhe i. B.,** Werderplatz 48.

Knuth, Dr. **Reinhard,** Oberlehrer in **Breslau,** Fiedlerstr. 11, III.

Kny, Dr. **L.,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik, Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität und des botanischen Institutes der königl. landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, **Wilmersdorf**-Berlin, Kaiser-Allee 186/187.

Koch, Dr. **Alfred,** Professor, Direktor des landwirtschaftlich-bakteriologischen Institutes an der Universität Göttingen, Herausgeber des Jahresberichtes über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen, in **Göttingen,** Schildweg 13.

Koch, Dr. **Erwin,** Apothekenbesitzer in **Pfullingen** (Württemberg).

Koch, Dr. **L.,** Professor der Botanik in **Heidelberg,** Sophienstr. 25.

Koehne, Dr. **E.,** Professor, in **Friedenau** bei Berlin, Kirchstr. 5.

Kohl, Dr. **F. G.,** Professor der Botanik in **Marburg a. L.,** Renthofstr. 12.

Kolkwitz, Dr. **Richard,** Professor, Privatdozent der Botanik an der kgl. Universität und an der kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, wissenschaftliches Mitglied der kgl. Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung, in **Charlottenburg,** Schillerstr. 75.

Koernicke, Dr. **Max,** Privatdozent der Botanik und Assistent am botan. Institut der königl. Universität in **Bonn,** Bonner Talweg 45.

Korschelt, Dr. **P.,** Oberlehrer am königl. Realgymnasium in **Zittau i. S.,** Königsstr. 21.

***Koster, A.,** Apotheker in **Bitburg,** Reg.-Bez. Trier.

Krasser, Dr. **Fridolin,** Privatdozent der Botanik in **Wien** I, Burgring 7 (Botanische Abteilung).

Kraus, Dr. **C.,** Professor an der technischen Hochschule in **München,** Luisenstr. 45, I.

Kraus, Dr. **Gregor,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Würzburg.**

Kroemer, Dr. **Karl,** Assistent an der pflanzenphysiologischen Versuchsstation in **Geisenheim a. Rh.**

Krüger, Dr. **Friedrich,** Hilfsarbeiter im kaiserlichen Gesundheitsamt, in **Friedenau** bei Berlin, Wielandstr. 36.

Krull, Rudolph, Apotheker in **Breslau,** Gneisenauplatz 9, II.

Kuckuck, Dr. **Paul,** Kustos für Botanik an der königl. biologischen Anstalt auf **Helgoland.**

Kuegler, Dr., Marine-Oberstabsarzt I. Kl. a. D. in **Berlin W.,** Lützowstrasse 6, pt.

Kühn, Dr. **Jul.,** Wirklicher Geheimer Rat, Professor der Landwirtschaft und Direktor des landwirtschaftlichen Institutes der Universität in **Halle a. S.**

***Kündig,** Dr. **J.**, Dozent an der Universität in **Zürich** IV, Schönbühlstr. 14.

Kuntze, Dr. **Otto,** in **San Remo** (Italien), Villa Girola.

Kurtz, Dr. **Fritz,** Professor der Botanik, Direktor des botanischen Museums an der Universität und Mitglied der Academia nacional de ciencias in **Córdoba** (Argentinische Republik).

Küster, Dr. **Ernst,** Privatdozent der Botanik an der Universität in **Halle a. S.,** Botan. Institut im königl. botan. Garten, Bismarckstr. 2.

Lagerheim, Dr. **G.,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Institutes in **Stockholm N.,** Stockholms Högskola.

Lakowitz, Dr. **C.,** Oberlehrer in **Danzig,** Brabank 8.

Landauer, Robert, Privatier in **Würzburg,** Sanderring 24.

Landé, Max, stud. phil. in **Berlin NW. 23,** Händelstr. 3, z. Z. in **Zürich,** Botanischer Garten.

Laubert, Dr. **R.,** Botaniker am Kaiserlichen Gesundheitsamt, **Steglitz,** Albrechtstrasse 128, II l.

Lauterbach, Dr. **C.,** Rittergutsbesitzer auf **Stabelwitz** bei Deutsch-Lissa.

Laux, Dr. **Walther,** Apothekenbesitzer in **Berlin C.,** Prenzlauer Str. 45a.

Lehmann, E., stud. phil. in **Dresden-Blasewitz,** Striesener Str. 27.

Leisering, Dr. **Bruno,** in **Berlin,** Sebastianstr. 25.

Lemcke, Dr. **Alfred,** Assistent an der landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Königsberg i. Pr.,** Köttelstr. 11.

Lemmermann, E., Seminarlehrer, wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am Städtischen Museum in **Bremen,** Celler Str. 41.

Liebenberg, Dr. **Ad.** Ritter **von,** k. k. Hofrat, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien** XIX, Hochschulstr. 24.

Lindau, Dr. **Gustav,** Professor, Privatdozent der Botanik, Kustos am königlichen botanischen Museum, in **Berlin W.,** Grunewaldstr. 6/7.

Lindemuth, H., kgl. Garteninspektor und Dozent an der kgl. landwirtsch. Hochschule in **Berlin NW. 7,** Dorotheenstrasse, Universitätsgarten.

Lindner, Dr. **Paul,** Professor in **Berlin N. 65,** See- und Torfstrassen-Ecke, Institut für Gärungsgewerbe.

Linhart, Dr. **Georg,** Professor an der königl. ungarischen landwirtschaftlichen Akademie in **Ungarisch-Altenburg.**

Linsbauer, Dr. **Karl,** Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in **Wien XIX,** Hartäckerstr. 26.

Lloyd, L. G., The Lloyd Library, **Cincinnati,** O., (U. S. A.), 224 West Court Street.

Loesener, Dr. **Th.,** Assistent am königlichen botanischen Museum in Berlin, in **Steglitz,** Humboldtstr. 28.

Loew, Dr. **E.,** Professor in **Berlin SW.,** Grossbeerenstr. 67, III.

London, S., Privatier in **Berlin W. 15,** Fasanenstr. 53/54.

Lopriore, Dr. **Giuseppe,** Professor an der Reale Scuola die Enologia in **Catania** (Sicilien), Piazza Cavour 8.

Luerssen, Dr. **Chr.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Königsberg i. Pr.**

Luxburg, Hermann, Graf zu, aus Würzburg, z. Z. **Leipzig,** Botanisches Institut der Universität.

Mac Kenney, Dr. **Randolph E. B.,** Pflanzenphysiologe am Department of Agriculture und Assistant-Professor an der Columbian University in **Washington,** D. C. (U. S. A.).

Mac-Leod, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Gent** (Belgien).

Mac-Owan, P., Professor, Cape Government Herbarium, Agricultural Department, in **Kapstadt** (Südafrika) Burg-Street.

Magnus, Dr. **P.,** Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W.,** Blumes Hof 15.

Magnus, Dr. **Werner,** Privatdozent der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität und am botanischen Institut der königl. landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W.,** Am Karlsbad 3.

Maire, R., Préparateur de la Faculté des sciences de l'Université de **Nancy.**

Mankiewicz, Dr., Apothekenbesitzer und Medizinalrat in **Posen.**

Marloth, Dr. **Rudolf,** in **Kapstadt** (Süd-Afrika), P. O. box 359.

Marsson, Dr. **Maximilian,** Professor, in **Berlin W.,** Neue Winterfeldtstr. 20.

Mattirolo, Dr. **O.,** Professor der Botanik und Direktor des königlichen botanischen Gartens in **Turin,** Al Valentino.

Mäule, Dr. **C.,** Professor am Gymnasium in **Schwäbisch-Hall.**

Meyer, Dr. **Arthur,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Marburg a. L.,** Renthofstr. 10.

Mez, Dr. **C.,** Professor der Botanik in **Halle a. S.,** Botanisches Institut.

Miehe, Dr. **Hugo,** Privatdozent der Botanik, Assistent am botan. Institute in **Leipzig-Eutritzsch,** Carolastr. 10.

***Migula,** Dr. **W.,** Professor der Botanik an der technischen Hochschule in **Karlsruhe** in Baden, Rudolfstr. 14.

Mikosch, Dr. **C.,** Professor an der technischen Hochschule in **Brünn.**

Mikulowski-Pomorski, J., Professor der Agrikultur-Akademie, Direktor der landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Dublany** bei Lemberg.

Miliarakis, Dr. **S.,** Professor an der Universität in **Athen,** Rue Didot 12A.

Minks, Dr. **Arthur,** Arzt in **Stettin,** Luisenstr. 14/15, II (Rossmarkt-Ecke).

Mitschka, Dr. **Ernst,** Lehrer in **Prag,** Taborgasse 1830.

Miyoshi, Dr. **Manabu,** Professor der Botanik an der kaiserlichen Universität zu **Tokio,** Botanisches Institut der Universität.

Möbius, Dr. **M.,** Professor in **Frankfurt a. M.,** Grüneburgweg 34.

Möller, Dr. **Alfred,** königl. Forstmeister und Professor an der königl. Forstakademie in **Eberswalde.**

Moeller, Dr. **Herm.,** Professor der Botanik in **Greifswald,** Brinkstr. 75.

***Moeller, J. D.**, Präparator für Mikroskopie in **Wedel,** Holstein.

Moewes, Dr. **Franz,** in **Berlin S.,** Schleiermacherstr. 4, III.

Molisch, Dr. **Hans,** Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Vorstand des pflanzenphysiologischen Institutes an der deutschen Universität in **Prag** II, Weinberggasse 3a.

***Mülberger,** Dr. **Arthur,** prakt. Arzt und Oberamtsarzt in **Crailsheim** in Württemberg.

Müller, Dr. **Carl,** Professor, Dozent für Botanik an der kgl. technischen Hochschule und Vorstand der pflanzenphysiologischen Abteilung der kgl. Gärtnerlehranstalt zu Dahlem, Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft, in **Steglitz** bei Berlin, Fichtestr. 55.

Müller, Dr. **Julius,** Assistent an der agrikulturbotanischen Versuchsstation zu **Breslau,** Matthias-Platz 6.

Müller, Dr. **Otto,** Schatzmeister der D. B. G., in **Tempelhof** bei Berlin, Blumenthalstr. 1.

Müller-Thurgau, Dr. **Herm.,** Professor und Direktor der deutsch-schweizerischen Versuchsstation für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädensweil** bei Zürich.

Muth, Dr. **F.,** in **Oppenheim a. Rh.**

Myiake, Dr. **Kiichi,** z. Z. in **Bonn,** Botanisches Institut der kgl. Universität.

Nabokich, Alexander, Dozent an der Landwirtschaftlichen und forstlichen Hochschule zu **Nowo-Alexandria,** Gouv. Lublin (Russland).

Nathansohn, Dr. **Alexander,** Privatdozent der Botanik, in **Leipzig,** Botanisches Institut der Universität.

Neger, Dr. **F. W.,** Professor der Botanik an der grossherzogl. sächsischen Forstlehranstalt in **Eisenach,** Rennbahn 1a.

Němec, Dr. **Bohumil,** Professor der Botanik an der k. k. böhmischen Universität in **Prag,** Slupy 733.

Nestler, Dr. **A.,** Professor der Botanik, Oberinspektor der k. k. Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der deutschen Universität in **Prag,** Wenzelsplatz 53.

Nevinny, Dr. **Joseph,** Professor in **Innsbruck.**

Niedenzu, Dr. **F.,** Professor am Lyceum Hosianum in **Braunsberg** (Ostpreussen).

Nilsson, Professor in **Svalöf** (Schweden).

Nobbe, Dr. **F.,** Geheimer Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des forstakademischen Gartens in **Tharand.**

Noll, Dr. **F.,** Professor der Botanik an der landwirtschaftl. Akademie und ausserordentlicher Professor an der Universität in **Bonn,** Niebuhrstr. 53.

Nordhausen, Dr. **Max,** Privatdozent der Botanik in **Kiel,** Botanisches Institut.

Oliver, Francis Wall, Professor der Botanik an dem University College in **London,** 2 the Vale, Chelsea, S. W.

Oltmanns, Dr. **Friedrich,** Professor der Botanik, Redakteur der Botan. Zeitung II, in **Freiburg i. B.,** Belfortstr. 26.

Orth, Dr. **A.,** Geheimer Regierungsrat, Professor und Direktor des agronomisch-pedologischen Institutes der königl. landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W.,** Ziethenstr. 6 b.

Ostenfeld, Dr. **C.,** Inspektor des Botanischen Museums in **Kopenhagen,** Botanisk Have.

***Osterwald, Carl,** Professor am Lessinggymnasium, in **Berlin NW.,** Spenerstrasse 35.

Palla, Dr. **Eduard,** in **Graz,** Schubertst. 21, Botanisches Institut.

Pammel, L. H., M. S., B. Agr., Professor der Botanik an dem Iowa College of Agriculture in **Ames,** Iowa (S. U. A.).

Paul, Dr. **Hermann,** Assistent an der königl. bayerischen Moorkulturanstalt in **München,** Kellerstr. 22a.

Pax, Dr. **Ferdinand,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Breslau.**

Pazschke, Dr. **O.,** in **Leipzig-Reudnitz,** Constantinstr. 6, I.

Peckolt, Dr. **Theodor,** Apotheker in **Rio de Janeiro,** Rua da Quitanda 159.

Peirce, Dr. **George James,** Assistant Professor of Botany and Plant Physiology an der Leland Stanford Junior University in **Palo Alto** bei San Francisco in Californien (U. S. A.).

Pentz, Carl, Besitzer der Sonnen-Apotheke in **Hannover,** Runde Str. 20.

Penzig, Dr. **Otto,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Garten in **Genua,** Corso Dogali Nr. 1.

Perkins, Frl. Dr. **Janet,** z. Z. in **Berlin W.,** Grunewaldstr. 6/7.

Perring, W., Inspektor des königl. botanischen Gartens in **Berlin W.,** Potsdamer Strasse 75.

Peter, Dr. **A.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Göttingen,** Untere Karspüle 2.

Pfeffer, Dr. **W.,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Institutes und botanischen Gartens in **Leipzig.**

Pfitzer, Dr. **E.,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Institutes und botanischen Gartens in **Heidelberg.**

Philippi, Federico, Professor der Botanik, Director del Museo Nacional in **Santiago** (Chile).

***Philipps, W. Reginald,** M. A., D. Sc., Professor am University College in **Bangor** (Wales), England.

Pilger, Dr. **R.,** Assistent am königl. botan. Garten, in **Charlottenburg,** Hardenbergstr. 37.

Pirotta, Dr. **R.,** Professor der Botanik und Direktor des königl. botanischen Institutes in **Rom,** Panisperna 89B.

Porsild, Morten, mag. sc., in **Kopenhagen,** Botanisk Have.

Portheim, Leopold Ritter von, in **Wien VII,** Burggasse 100a.

Potonié, Dr. **H.,** Professor, Landesgeologe, Redakteur der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“ in **Gross-Lichterfelde-**West bei Berlin, Potsdamer Strasse 35.

Potter, M. C., M. A., Professor of Botany am Durham College of Science in **Newcastle upon Tyne,** 14 Highbury, West Jesmond.

Poulsen, Dr. **Viggo A.,** Professor für pharmazeutische Botanik an der Universität in **Kopenhagen,** V., Rosenvængets hovedvej 29.

Puriewitsch, Dr. **Konstantin,** Professor der Botanik an der Universität **Kiew,** Botanisches Institut.

Raatz, Dr. **Wilhelm,** an der Zuckerfabrik **Klein-Wanzleben** bei **Magdeburg.**

Raciborski, Dr. **M. von,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens an der landwirtschaftlichen Akademie in **Dublany** bei Lemberg (Österreich).

Radlkofer, Dr. **L.,** Professor der Botanik, Vorstand des königlichen botanischen Museums (Herbariums), Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **München,** Sonnenstr. 7, I.

Rehder, A., Arnold Arboretum, **Jamaica Plain,** Mass. (U. S. A.) 4 Harris Ave.

Reiche. Dr. **Carlos,** Chef der botanischen Section des Museo Nacional in **Santiago** (Chile), cas. 2105.

Reinhardt, Dr. **M. Otto,** Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin N.,** Elsasser Strasse 31, Portal II.

***Reinitzer, Friedrich,** Professor an der technischen Hochschule in **Graz** (Steiermark).

Reinke, Dr. **Joh.,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischens Gartens in **Kiel,** Düsternbrook 17.

Reinsch, Dr. **P. F.,** in Erlangen.

Remer, Dr. **W.,** Direktor der agrikulturbotanischen Versuchsstation in **Breslau,** Claassenstr. 3.

***Richter,** Dr. **P.,** Oberlehrer in **Lübben** in der Lausitz.

Richter, Paul, Oberlehrer in **Leipzig,** Talstr. 12b.

Richter, Dr. **Oswald,** Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag,** II, Weinberggasse 3a.

Riemerschmid, Anton, Guts- und Fabrikbesitzer in **Pasing** bei München.

Rikli, Dr. **Martin,** Privatdozent und Konservator der botanischen Sammlungen am eidgenössischen Polytechnikum in **Zürich** IV (Unterstrass), Alte Beckenhofstr. 64, II.

Rimbach, Dr. **A.,** per Adr. Dr. **J. Vaquero Davila** in **Guayaquil** (Ecuador).

Rodewald, Dr. **Herm.,** Professor und Direktor des landwirtschaftlichen Institutes in **Kiel,** Bartels-Allee 20.

Rompel, Dr. **Josef,** S. J., Professor der Naturgeschichte am Jesuitengymnasium zu **Feldkirch** (Vorarlberg).

Rosen, Dr. **Felix,** Professor der Botanik und Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Breslau,** Marienstr. 19.

Rosenberg, Dr. **O.,** Privatdozent der Botanik an der Universität in **Stockholm,** Odengatan 70.

Ross, Dr. **H.,** Kustos am königlichen botanischen Museum in **München,** Richard-Wagner-Strasse 18, IV.

Rössler, Dr. **Wilhelm,** Oberlehrer in **Charlottenburg,** Rosinenstr. 13a.

Rostowzew, Dr. **S.,** Professor der Botanik in **Moskau,** Petrowskoe-Rasumowskoe (Landwirtschaftliches Institut).

***Roth,** Dr. **Ernst,** Oberbibliothekar der königlichen Universitätsbibliothek in **Halle a. S.,** Schillerstr. 9, I.

Rothert, Dr. **Wladislaw,** Professor der Botanik an der Universität in **Odessa.**

Ruhland, Dr. **W.,** Privatdozent der Botanik an der kgl. Universität in **Berlin W. 30,** Gossowstr. 9.

Rumm, Dr. **C.,** in Stuttgart, Schlossstr. 83, IV.

Ruthe, R., Kreistierarzt in **Swinemünde.**

Ruttner, Franz, Demonstrator am pflanzenphysiologischen Institut der k. k. deutschen Universität in **Prag,** Weinberggasse 3a.

Saccardo, Dr. **P. A.,** Professor der Botanik in **Padua.**

Sadebeck, Dr. **R.,** Geheimer Hofrat, Professor der Botanik, emeritierter Direktor des hamburgischen botanischen Museums und des botanischen Laboratoriums für Warenkunde, in **Meran** (Tirol), Villa Karolina.

Saida, Dr. **Kotaro,** Professor der Botanik in **Tokio** (Japan), Koisnikawa Doshinmashi Nr. 1.

Saupe, Dr. **A.,** in **Dresden,** Kyffhäuserstr. 17.

Schellenberg, Dr **H. C.,** in **Zürich,** Hofstr. 40.

Schenck, Dr. **Heinrich,** Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des botan. Gartens in **Darmstadt,** Nikolaiweg 6.

Scherffel, Aladár, in **Igló,** Zips, Ober-Ungarn.

Schiffner, Dr. **Victor,** ausserordentlicher Professor der systematischen Botanik an der k. k. deutschen Universität in **Prag** II, Weinberggasse 5.

Schilling, Dr. **Aug. Jg.,** Privatdozent an der technischen Hochschule in Darmstadt, wohnhaft in **Grossgerau.**

Schinz, Dr. **Hans,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens und des botanischen Museums der Universität in **Zürich** V, Seefeldstr. 12.

Schlechter, Rudolf, Botanischer Sammelreisender, **Berlin S.,** Gräfestrasse 33.

Schmidle, W., Professor, Direktor des Grossherzogl. Lehrerseminars in **Meersburg,** Bodensee.

***Schmidt,** Dr. **J. A.,** emer. Professor der Botanik in **Horn** bei Hamburg, Landstr. 65.

Schober, Dr. **Alfred,** Professor und Schulinspektor in **Hamburg-Eilbeck,** Papenstr. 50.

***Schönland,** Dr. **S.,** Curator of the Albany Museum in **Grahamstown,** Südafrika.

Schorler, Dr. **Bernhard,** Institutslehrer und Kustos am Herbarium der königl. technischen Hochschule in **Dresden,** Haydnstr. 5, III.

Schottländer, Dr. **Paul,** Rittergutsbesitzer in **Wessig** bei Klettendorf-Hartlieb (Schlesien).

Schrenk, Hermann von, B. S., A. M., Ph. D., Botanical Garden in **St. Louis,** Mo. (U. S. A.)

Schröder, Dr. **Bruno,** Lehrer in **Breslau,** Sadowastr. 88, II.

Schröder, Henry, stud. phil. aus Laubenheim a. Rh., z. Z. in **Bonn,** Botanisches Institut der Universität.

Schrodt, Dr. **Jul.,** Professor, Direktor der VII. Realschule in **Berlin SO. 26,** Mariannenstr. 47, II.

Schröter, Dr. **C.,** Professor der Botanik am Polytechnikum in Zürich, **Hottingen-Zürich,** Merkurstr. 70.

Schube, Dr. **Theodor,** Professor, Oberlehrer in **Breslau,** Forckenbeckstrasse 10.

Schultz, Richard, Oberlehrer in **Sommerfeld,** Pförtnerstr. 13.

Schulz, Dr. **A.,** Privatdozent der Botanik in **Halle a. S.,** Albrechtstr. 10.

Schulze, Max, in **Jena,** Marienstr. 3.

Schütt, Dr. **Franz,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens und Museums in **Greifswald.**

Schwabach, Frau **Elise,** in **Berlin W.,** Am Karlsbad 1 A.

Schwacke, Dr. **Wilhelm,** Kaiserl. Vize-Konsul, Professor der Botanik an der Schule für Pharmacie in **Ouro Preto** (Provinz Minas Geraës in Brasilien).

Schwarz, Dr. **Frank,** Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eberswalde.**

Schweinfurth, Dr. **Georg,** Professor in **Berlin W.,** Potsdamer Strasse 75a.

Schwendener, Dr. **S.,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Institutes der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W.,** Matthäikirchstrasse 28.

Scott, Dr. **D. H.,** F. R. S., Honorary Keeper of the Jodrell Laboratory, Royal Gardens, Kew, one of the Editors of the Annals of Botany, Old Palace, **Richmond,** Surrey (England).

Seckt, Dr. **Hans,** in **Potsdam,** Hoditzstr. 7.

Seemen, O. von, Rittmeister a. D., in **Berlin W.,** Potsdamer Strasse 110.

Senn, Dr. **Gustav,** Privatdozent der Botanik an der Universität in **Basel.**

Simon, Dr. **Friedrich,** in **Frankfurt a. M.,** Schwarzburgstr. 86.

Simon, Dr. **Siegfried,** in **Leipzig,** Simsonstr. 8, hpt.

Singer, Dr. **Max,** Professor am Deutschen Gymnasium in **Prag,** Königliche Weinberge.

Solereder, Dr. **Hans,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Institutes in **Erlangen,** Botanischer Garten.

Solms-Laubach, Dr. **H. Graf zu,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens, Redakteur der „Botan. Zeitung“ in **Strassburg i. Els.,** Botanischer Garten.

Sonder, Dr. **Chr.,** in **Oldesloe,** (Holstein).

Sonntag, Dr. **P.,** Oberlehrer an der Oberrealschule St. Petri und Pauli in **Langfuhr** bei **Danzig,** Marienstr. 27, II.

Sorauer, Dr. **Paul,** Professor, Privatdozent der Botanik an der königl. Universität, Redakteur der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“, in **Schöneberg** bei Berlin, Apostel-Paulus-Strasse 23.

Sperlich, Dr. **Adolf,** Professor, suppl. Lehrer an der Lehrerbildungsanstalt in **Innsbruck,** Maximilianstr. 17.

Spiessen, Freiherr **von,** königl. Forstmeister in **Winkel** im Rheingau.

Stahl, Dr. **A.,** in **Bayamon** auf **Puerto-Rico.**

Stahl, Dr. **Ernst,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Jena.**

Stameroff, Kyriak, Privatdozent der Botanik an der Universität zu **Odessa,** Puschkinskaja Strasse 8, Wohnung 15.

Steinbrinck, Dr. **C.,** Professor am Realgymnasium in **Lippstadt.**

Steinvorth, H., Oberlehrer a. D. in **Hannover,** Grosse Aegidienstr. 20.

Steyer, Dr. **Karl,** in **Chemnitz,** Oberlehrer an der Ernestinenschule in **Lübeck.**

Strasburger, Dr. **Ed.,** Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Bonn.**

***Strauss, H. C.,** Obergärtner am königl. botanischen Garten in **Berlin W.,** Potsdamer Strasse 75.

Suringar, Dr. **J. Valckenier,** in **Wageningen** (Holland).

Svedelius, Dr. **Nils Eberhard,** Privatdozent der Botanik an der Universität in **Upsala.**

Tangl, Dr. **Ed.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Czernowitz** (Österreich), Seminargasse 1.

Tansley, A. G., Assistant in the Botanical Department at the University College, in **London W. C.,** Gower Street.

Ternetz, Frl. Dr. **Charlotte,** in **Basel,** Feldbergstr. 118.

Thaxter, Dr. **Roland,** Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.), 7 Scott Str.

Thiele, Dr. **Rudolf,** in **Breslau,** Matthiasplatz 5, Bakteriol. Laboratorium.

Thomas, Dr. **Fr.**, Professor, Oberlehrer am herzoglichen Gymnasium Gleichense in **Ohrdruf**, Poststr. 14.

Thoms, Dr. **Hermann**, Professor der pharmazeutischen Chemie an der königl. Universität in Berlin, **Steglitz** bei Berlin, Hohenzollernstr. 3.

Thost, Dr. **R.**, in **Gross-Lichterfelde** bei Berlin, Wilhelmstr. 27.

Tischler, Dr. **Georg**, Privatdozent der Botanik und Assistent am botanischen Institut, in **Heidelberg-Neuenheim**, Ladenburger Strasse 22.

Tobler, Dr. **Friedrich**, in **Berlin W.**, Kurfürstendamm 25.

Toni, Dr. **G. B. de**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens, Lauréat de l'Institut de France, Herausgeber der „Nuova Notarisia", in **Modena.**

Trail, Dr. **James W. H.**, F. R. S., Professor der Botanik an der Universität Aberdeen in **Old Aberdeen**, High Street 71 (Schottland).

***Troschel**, Dr. **Innocenz**, Verlagsbuchhändler in **Berlin W.**, Augsburger Strasse 4/5, part.

Trow, Dr. **A. H.**, Lecturer in Botany am University College of South-Wales and Monmouthshire in **Cardiff** (England).

Tschirch, Dr. **Alexander**, Professor der Pharmakognosie, pharmazeutischen und gerichtlichen Chemie, Direktor des pharmazeutischen Institutes der Universität in **Bern.**

Tswett, Dr. **Michael**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Warschau.**

Tschermak, Dr. **Erich**, Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur, in **Wien** XVIII, Anastasius Grün-Gasse 52.

Tubeuf, Dr. **Carl**, Freiherr **von**, Regierungsrat, Professor der Botanik, in **München**, Habsburger Str. 1.

Uhlworm, Dr. **Oskar**, Professor, Bibliothekar, Redakteur des „Zentralblattes für Bakteriologie und Parasitenkunde" in **Berlin W.**, Schaperstrasse 2/3, I.

Ule, **Ernst**, z. Z. in **Berlin W.**, Grunewaldstr. 6/7, königl. botanisches Museum.

Urban, Dr. **Ign.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Unterdirektor des botan. Gartens und botan. Museums zu Berlin, Redakteur von „MARTII Flora Brasiliensis", in **Friedenau** bei Berlin, Sponholzstr. 37.

Ursprung, Dr. **Alfred**, in **Freiburg** (Schweiz), Botanisches Institut.

Vöchting, Dr. **H. von**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Tübingen.**

Vogl, Dr. **August E.**, Ritter **von**, k. k. Hofrat und Universitätsprofessor in **Wien** VII, Josefstätterstr. 37.

Voigt, Dr. **Alfred**, Assistent am botanischen Museum in **Hamburg** VII, Bei dem Besenbinderhof 52.

Volkart, Dr. **A.**, Assistent an der eidgenössischen Samenkontrollstation in **Zürich V**, Hochstr. 99.

Volkens, Dr. **Georg,** Professor, Privatdozent der Botanik und Kustos am botanischen Museum in **Berlin W.,** Grunewaldstr. 6/7.

Voss, Dr. **W.,** wissenschaftlicher Assistent an der Rebenveredelungsstation in **Geisenheim a. Rh.**

Votsch, Wilhelm, cand. math., in **Halle a. S.,** Grosse Wallstr. 15.

Wächter, Dr. **Wilhelm,** in **Leipzig,** Kochstr. 63.

Wager, Harold, Inspector of Science Schools for the Science and Art Department in London, **Derby,** Arnold House, Bass Street.

Wagner, Dr. **Adolf,** Privatdozent für Botanik und Assistent am botan. Institut der Universität in **Innsbruck,** Mühlau, Villa KLOTZ.

Warburg, Dr. **O.,** Professor, Privatdozent der Botanik, Lehrer am orientalischen Seminar in **Berlin W.,** Uhlandstr. 175.

***Weber,** Dr. **C. A.,** in **Bremen,** Friedrich-Wilhelmstrasse 24.

Weberbauer, Dr. **A.,** Privatdozent der Botanik und Assistent am königl. botan. Garten in **Breslau,** Gneisenauplatz 6, III, z. Z. in Südamerika.

Wehmer, Dr. **C.,** Professor, Dozent an der kgl. Technischen Hochschule in **Hannover,** Callinstr. 12.

Weiss, Fr. E., Professor der Botanik und Direktor des Botanical Laboratory of the Owens College in **Manchester.**

Weisse, Dr. **Arth.,** Gymnasialoberlehrer in **Zehlendorf** bei Berlin, Parkstrasse 2, I.

Went, Dr. **F. A. H. C.,** Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Utrecht** (Holland).

Wettstein, Dr. **Richard,** Ritter **von Westerheim,** Professor und Direktor des botan. Gartens und Museums der Universität Wien, Herausgeber der Österreichischen botan. Zeitschrift, in **Wien** III, Rennweg 14.

Wiedersheim, Dr. **Walter,** in **Freiburg i. Br.,** Burgunderstr. 29.

Wieler, Dr. **A.,** Professor, Dozent für Botanik an der kgl. technischen Hochschule in **Aachen,** Nizza-Allee 71.

Wiesner, Dr. **Jul.,** k. k. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Wien** IX, Liechtensteinstr. 12.

Wilhelm, Dr. **K.,** Professor der Botanik an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in **Wien** XIX, Hochschulstr. 17 (Türkenschanze).

Willis, John C., Direktor des botanischen Gartens in **Peradeniya** (Ceylon).

Wilson, William Powell, Direktor of the Philadelphia Commercial Museum in **Philadelphia** (U. S. A.)

Winkelmann, Dr. **J.,** Professor, in **Stettin,** Pölitzer Str. 85, III.

Winkler, Dr. **Hans,** Privatdozent der Botanik und Assistent am botan. Institut der Universität in **Tübingen,** Waldhäuserstr. 13.

Winkler, Dr. **Hubert,** Botaniker am kaiserlichen botanischen Garten in **Victoria** (Kamerun).

Wirtgen, Ferd., Apotheker in **Bonn**, Niebuhrstr. 55.

Wittmack, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrat, Professor an der königl. landwirtschaftlichen Hochschule und an der königl. Universität, **Berlin N.**, Invalidenstr. 42.

Wortmann, Dr. **J.**, Professor, Direktor der königl. Versuchs- und Lehranstalt für Obst- und Weinbau zu **Geisenheim a. Rh.**

Wünsche, Dr. **Otto**, Professor am Gymnasium in **Zwickau** in Sachsen.

Wunschmann, Dr. **E.**, Professor, in **Friedenau** bei Berlin, Schmargendorfer Strasse 26, Gartenhaus, III Tr.

Zacharias, Dr. **E.**, Professor der Botanik, Direktor des botanischen Gartens in **Hamburg**, Sophienterrasse 15a.

Zahlbruckner, Dr. **A.**, Leiter der botanischen Abteilung des k. k. naturhistor. Hofmuseums in **Wien I**, Burgring 7.

Zalenski, **von**, Magister der Botanik, Assistent am botanischen Laboratorium des kaiserl. polytechnischen Instituts in **Kiew.**

Zander, **A.**, Oberlehrer am Bismarck-Gymnasium in **Wilmersdorf** bei Berlin, Mecklenburgische Strasse, Villa RICHTER.

Zenetti, Dr. **Paul**, Professor am kgl. Lyceum in **Dillingen a. D.**

Zimmermann, Dr. **Albrecht**, Professor, Botaniker an der biologischen Station Amani, Poststation **Tanga** (Deutsch-Ostafrika).

Zopf, Dr. **W.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Münster i. W.**, Wilhelmstr. 2a.

Zörnig, Dr., Assistent am pflanzenphysiologischen Institut in **München**, Karlstr. 29.

Verstorben.

Askenasy, Dr. **Eugen**, Professor der Botanik an der Universität in **Heidelberg.** Verstarb am 24. August 1903.

Behrens, Dr. **W. J.**, in **Göttingen.** Verstarb am 25. Dezember 1903.

Crépin, **F.**, Directeur honoraire des Botanischen Gartens in **Brüssel**, korresp. Mitglied unserer Gesellschaft. Verstarb am 30. April 1903.

Garcke, Dr. **August**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik in **Berlin.** Verstarb am 10. Januar 1904.

Haussknecht, **C.**, Hofrat in **Weimar.** Verstarb am 7. Juli 1903.

Schumann, Dr. **Karl**, Professor, Kustos am königl. botanischen Museum in **Berlin.** Verstarb am 22. März 1904.

Staub, Dr. **Moriz**, Königlicher Rat, Professor am Übungsgymnasium des königlichen Seminars für Lehramtskandidaten in **Budapest.** Verstarb am 14. April 1904.

Westermaier, Dr. **M.**, Professor der Botanik in **Freiburg i. Schw.** Verstarb am 1. Mai 1903.

Register zu Band XXI.

1. Geschäftliche Mitteilungen.

2. Nachrufe.

3. Wissenschaftliche Mitteilungen.

a) In der Reihenfolge der Veröffentlichung geordnet.

I. Sitzungsberichte.

II. Generalversammlung.

b) Alphabetisch nach den Verfassern geordnet.

Verzeichnis der Tafeln.

Bildnisse.

E. Askenasy zum Nachruf auf diesen von **M. Möbius**, S. (47).

Verzeichnis der Holzschnitte.

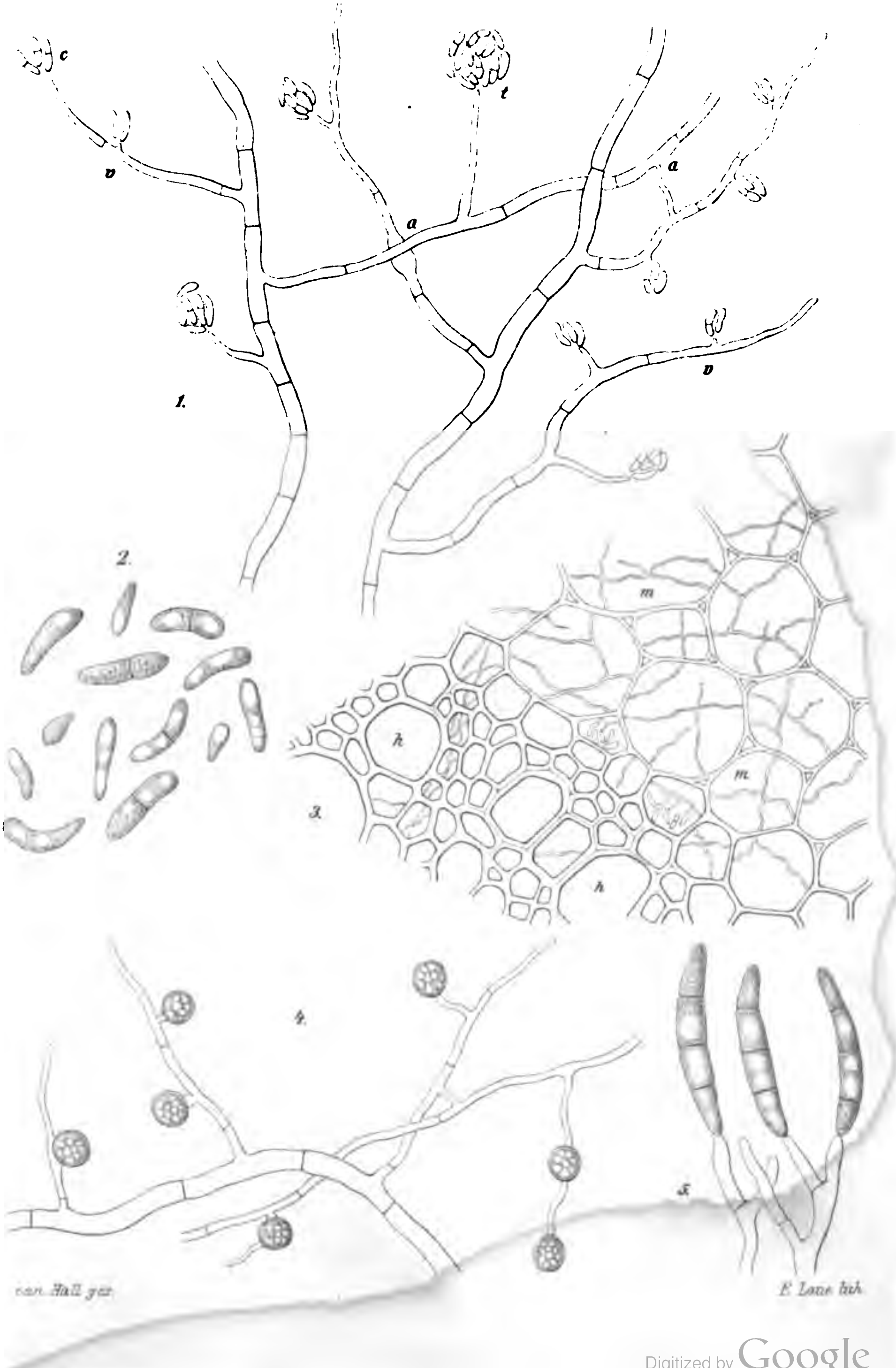
Übersicht der Hefte.

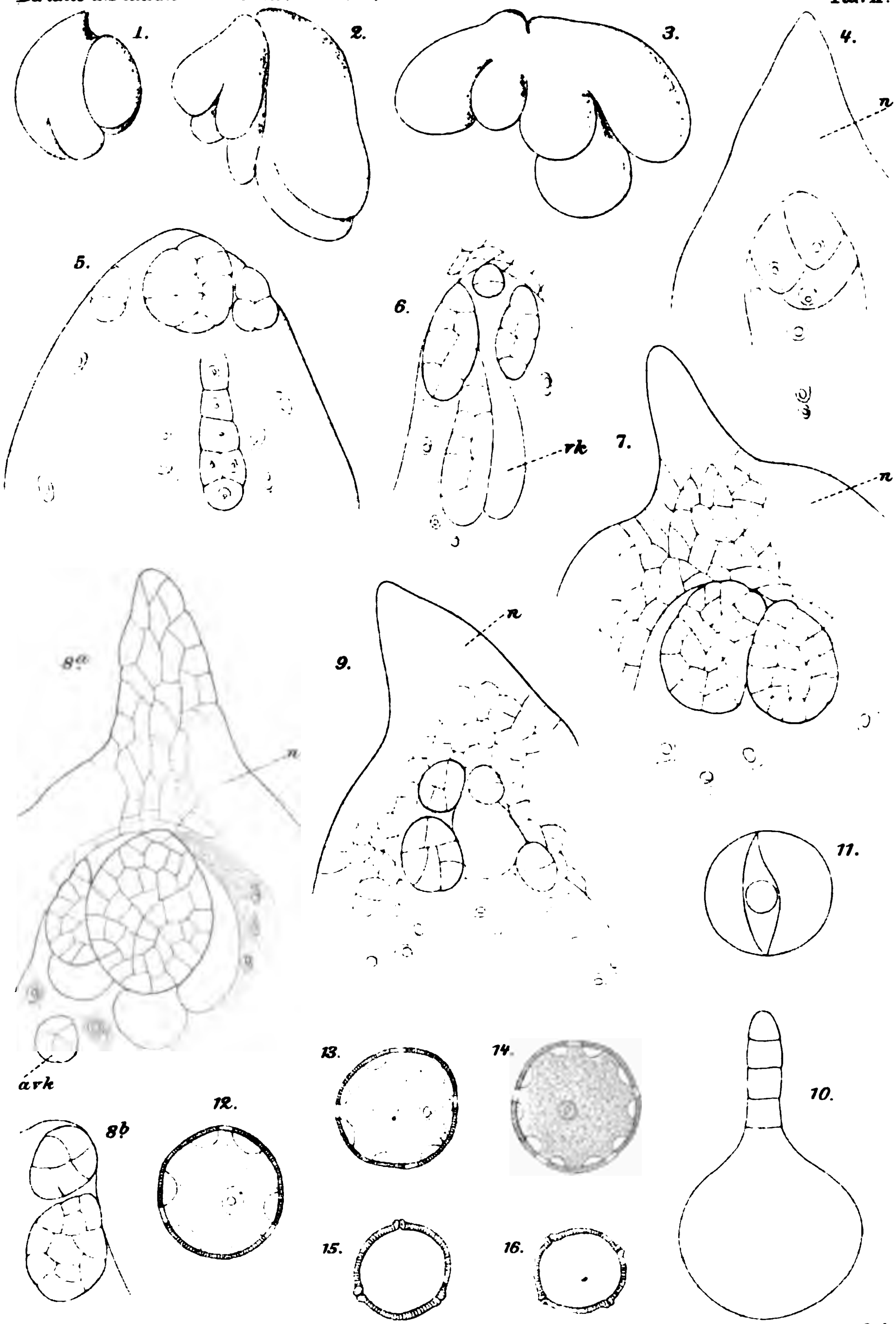
Heft 1 (S. 1—80) ausgegeben am 25. Februar 1903.
Heft 2 (S. 81—150) ausgegeben am 25. März 1903.
Heft 3 (S. 151—210) ausgegeben am 23. April 1903.
Heft 4 (S. 211—250) ausgegeben am 27. Mai 1903.
Heft 5 (S. 251—300) ausgegeben am 24. Juni 1903.
Heft 6 (S. 301—364) ausgegeben am 28. Juli 1903.
Heft 7 (S. 365—512) ausgegeben am 21. September 1903.
Heft 8 (S. 413—506) ausgegeben am 25. November 1903.
Heft 9 (S. 507—524) ausgegeben am 23. Dezember 1903.
Heft 10 (S. 525—546) ausgegeben am 28. Januar 1904.
Generalversammlungsheft, I. Teil, S. (1)—(146), ausgegeben am 11. April 1904.
Generalversammlungsheft, II. Teil (Schlussheft), S. (147)—(190), ausgegeben am 15. Juni 1904.

Berichtigung.

Zu Fig. 1 der Tafel XXIII (Erklärung auf S. 451) ist zu bemerken, dass die Oberfläche des Endblattes vom Lithographen falsch dargestellt ist. Die Oberfläche ist ganz glatt, nur wenig gewellt und zeigt keine nervenartigen Erhabenheiten.

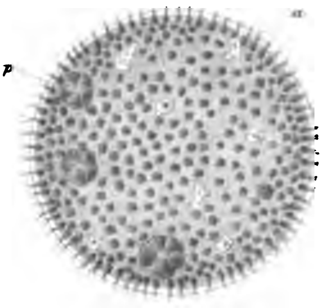
Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.


c
v
a
t
a
1.
v
2.
m
h
3.
m
h
4.
5.
van Hall gez.
E. Laue lith.



Autor del. E. Laue lith.

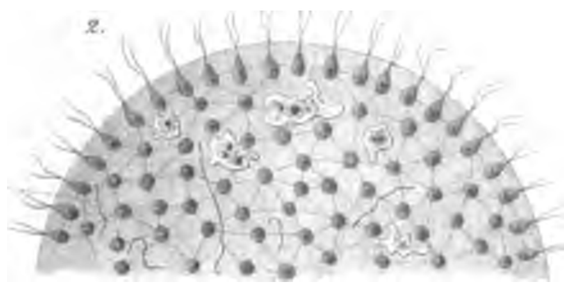
1.

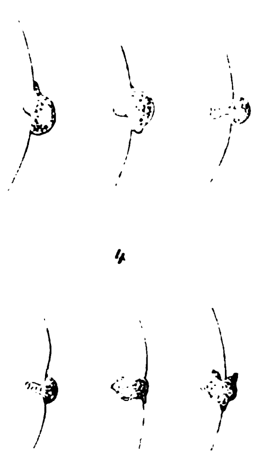


3



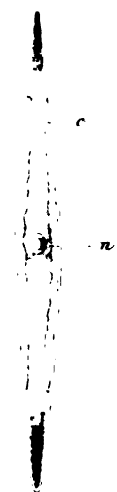
2.



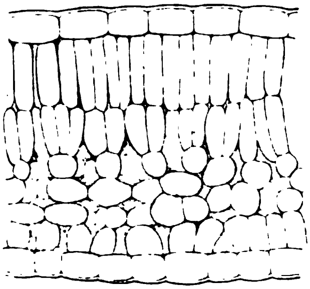


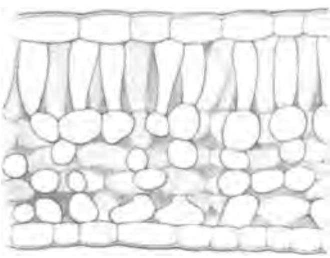
4

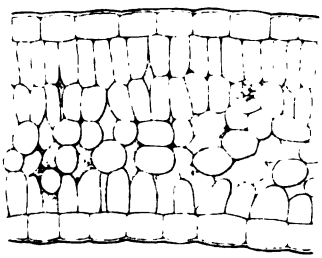
5.

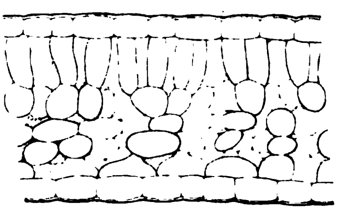


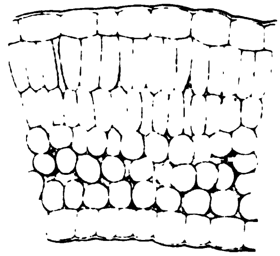
Autor del. E. Laue lith.

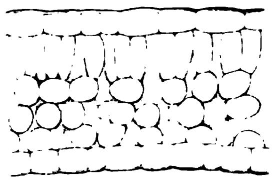

1.

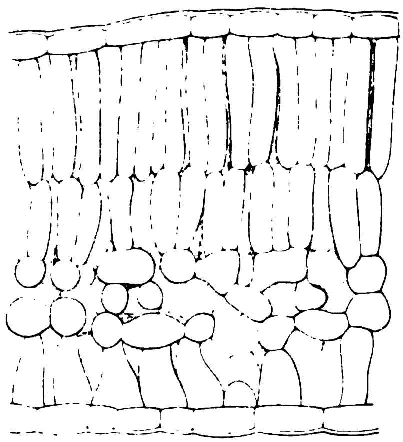

2.

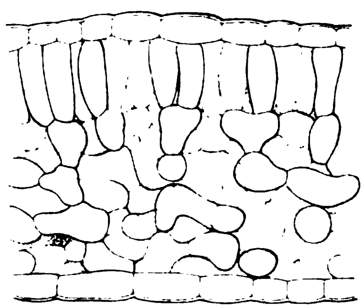

3.


4.

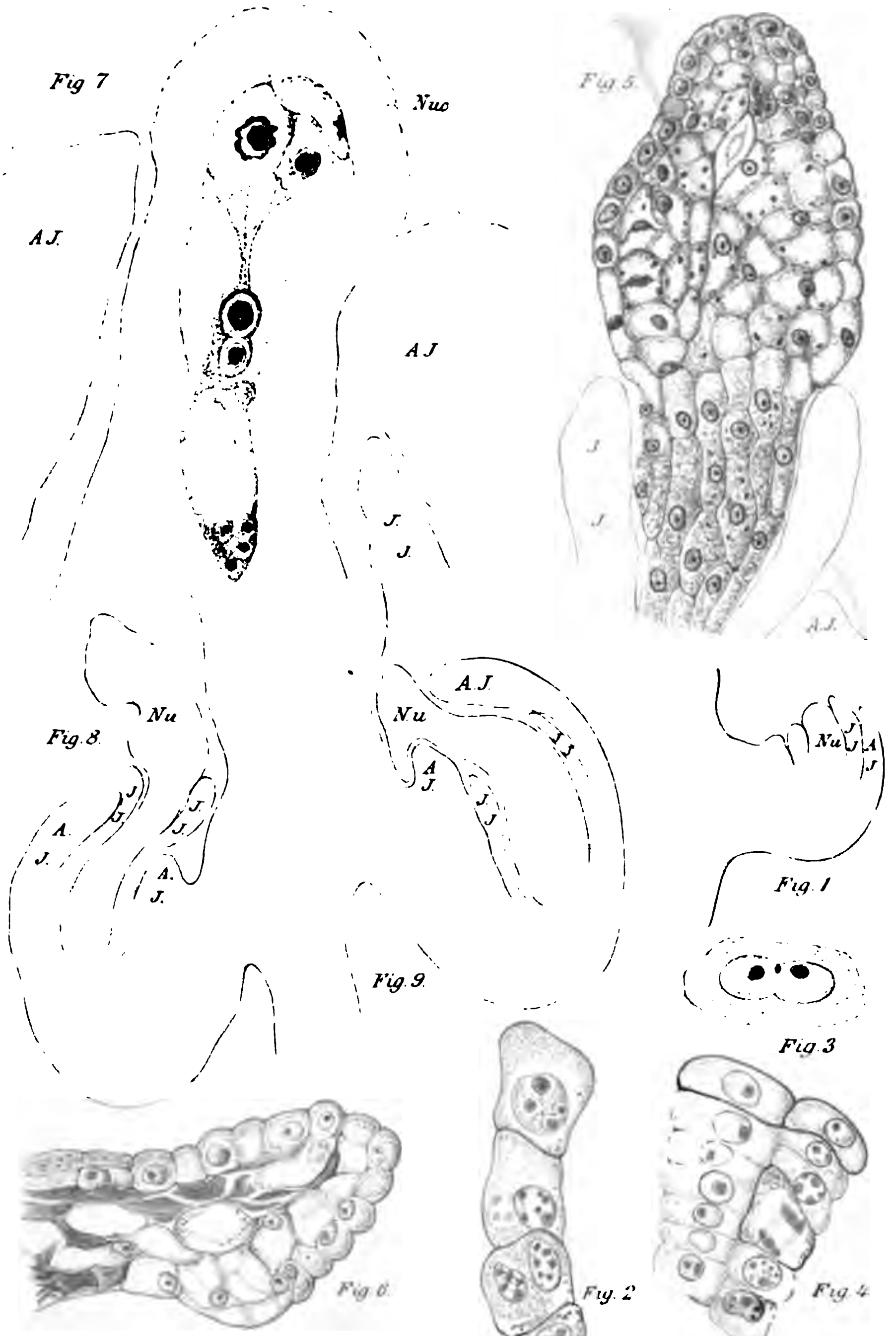

5.


6.


7.


8.

M. Nordhausen gez. E. Laue lith.



J. Tischler gez. E. Laue lith.

Fig. 1

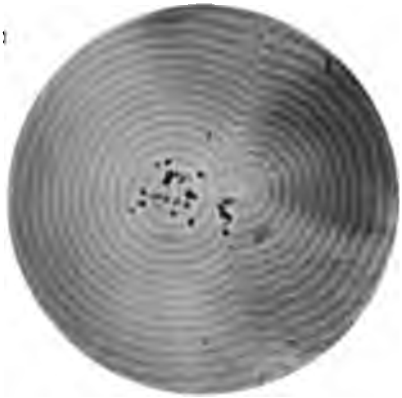


Fig. 2



Fig. 3



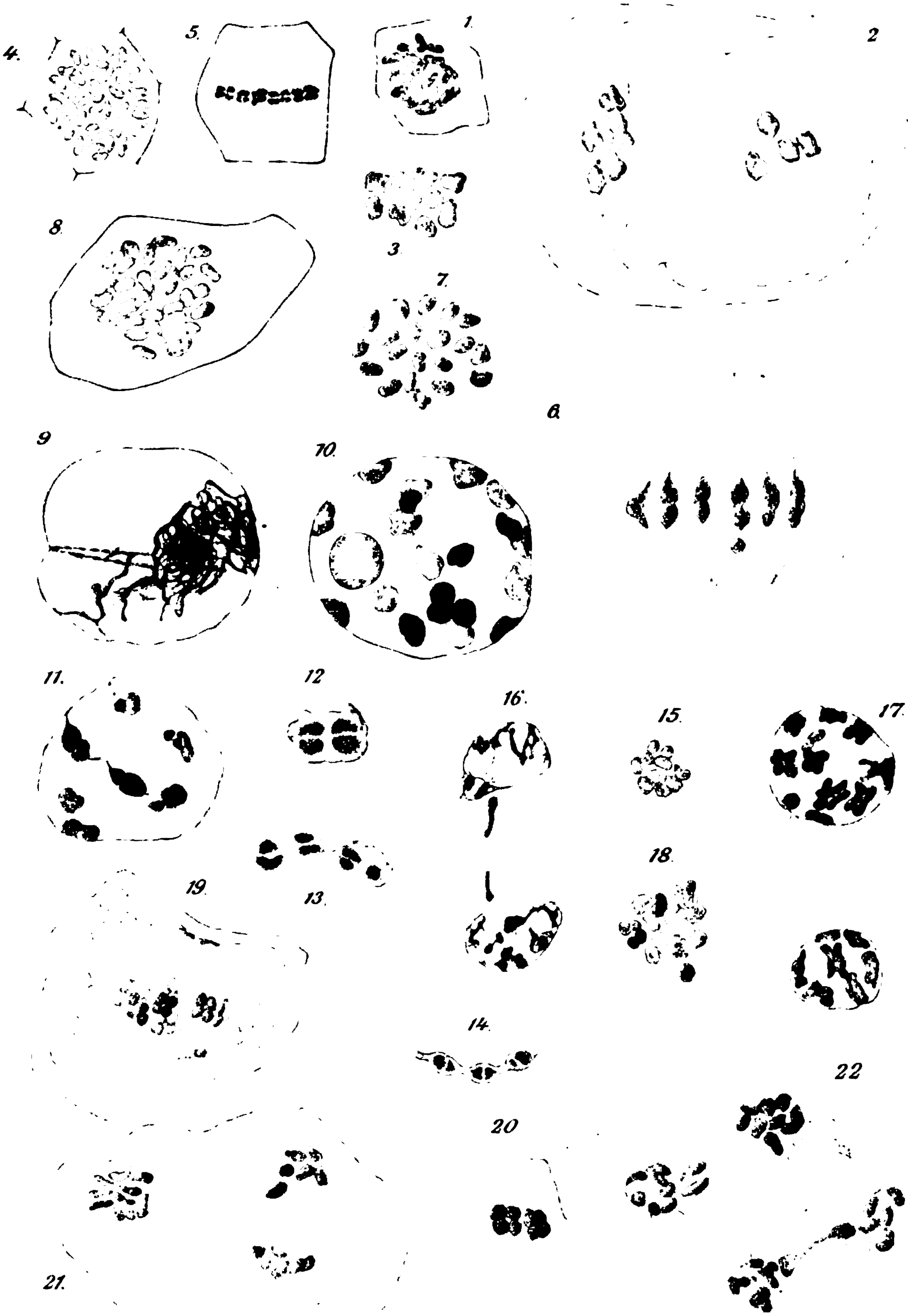
Fig. 4



Fig. 5



Lichtdruck W. Neumann & Co., Berlin SW. 68

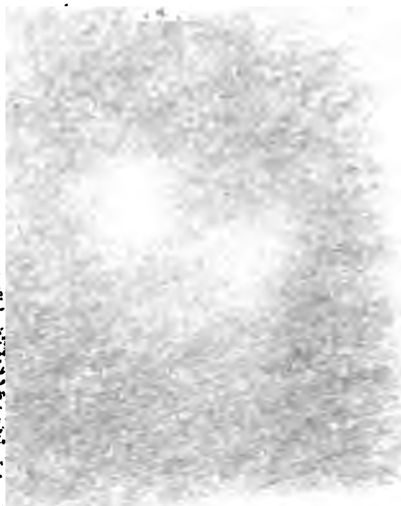


O. Rosenberg gez. E. Laue lith.

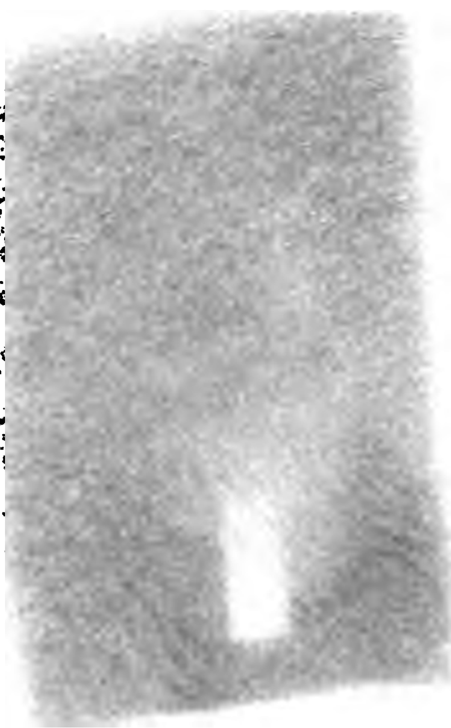


Natürliche Grösse.

Junger Wedel von Pecopteris plumosa aus dem produktiven Carbon des Saar-Reviers. Rechts und links von der Hauptspindel die noch vollkommen eingerollten Fiedern erster Ordnung und die bereits vollständig erwachsenen Aphlebien.










I


Ia


Ib





Fig. 1.



Fig. 2.

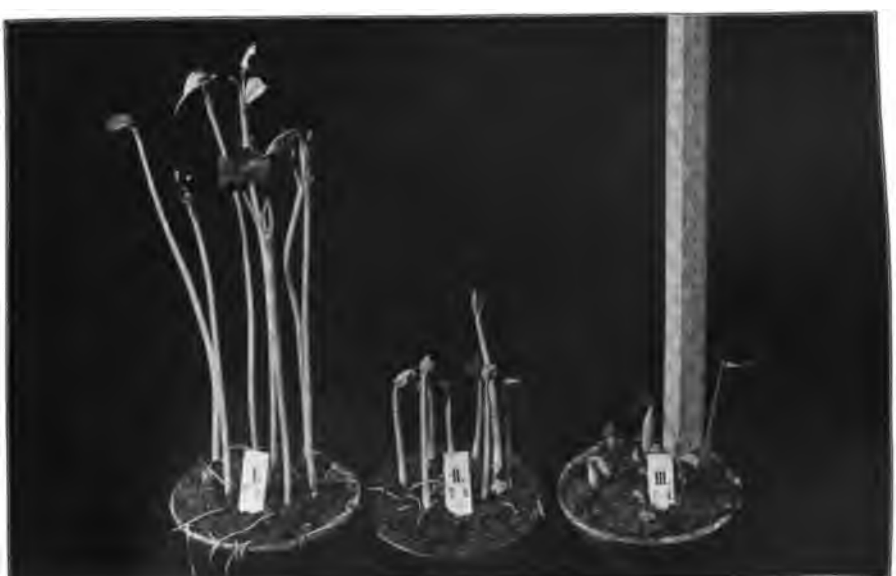


Fig. 3.

Massak phot.



Fig. 4.

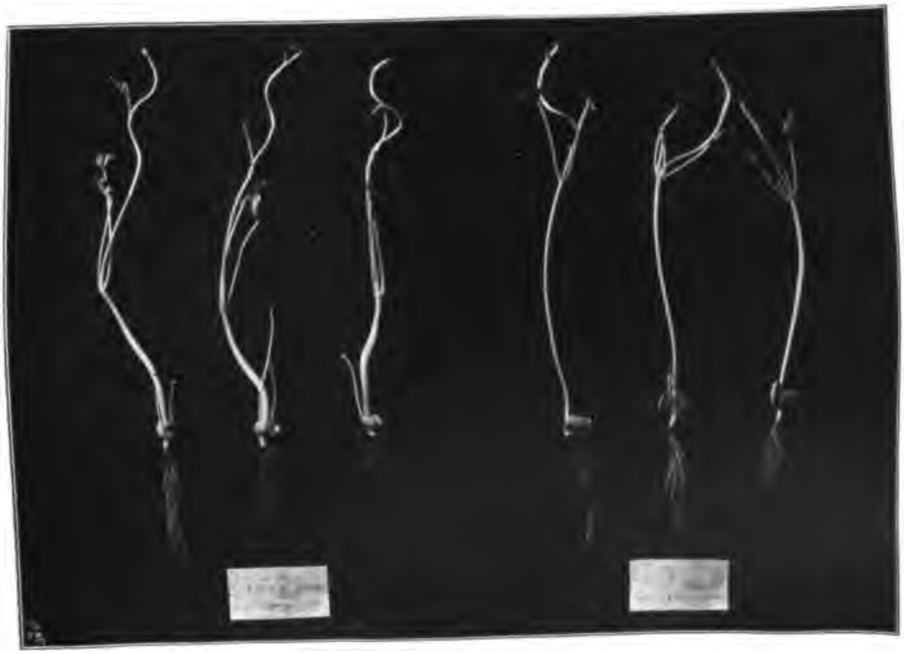


Fig. 5.



Fig. 6.

Massak phot.

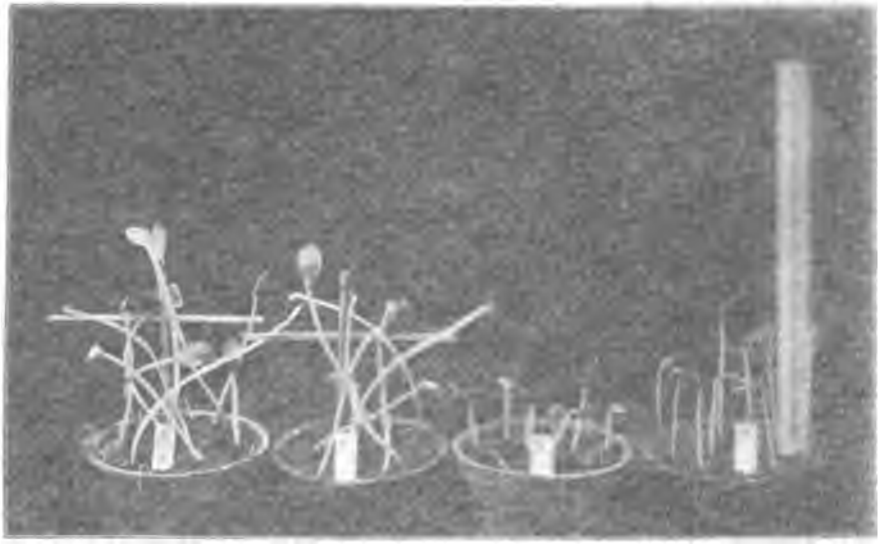
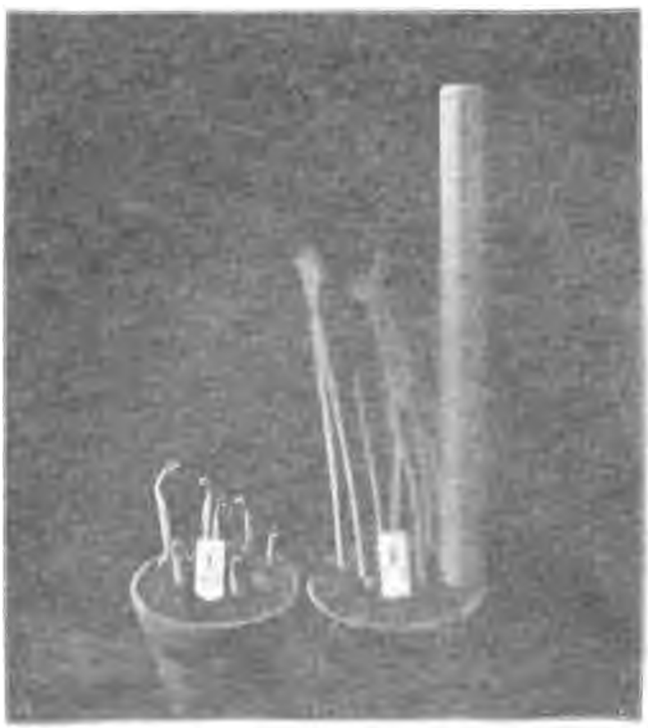


Fig. 7



Missok phot. Fig. 8.



Fig. 7.



Massak phot

Fig. 8.

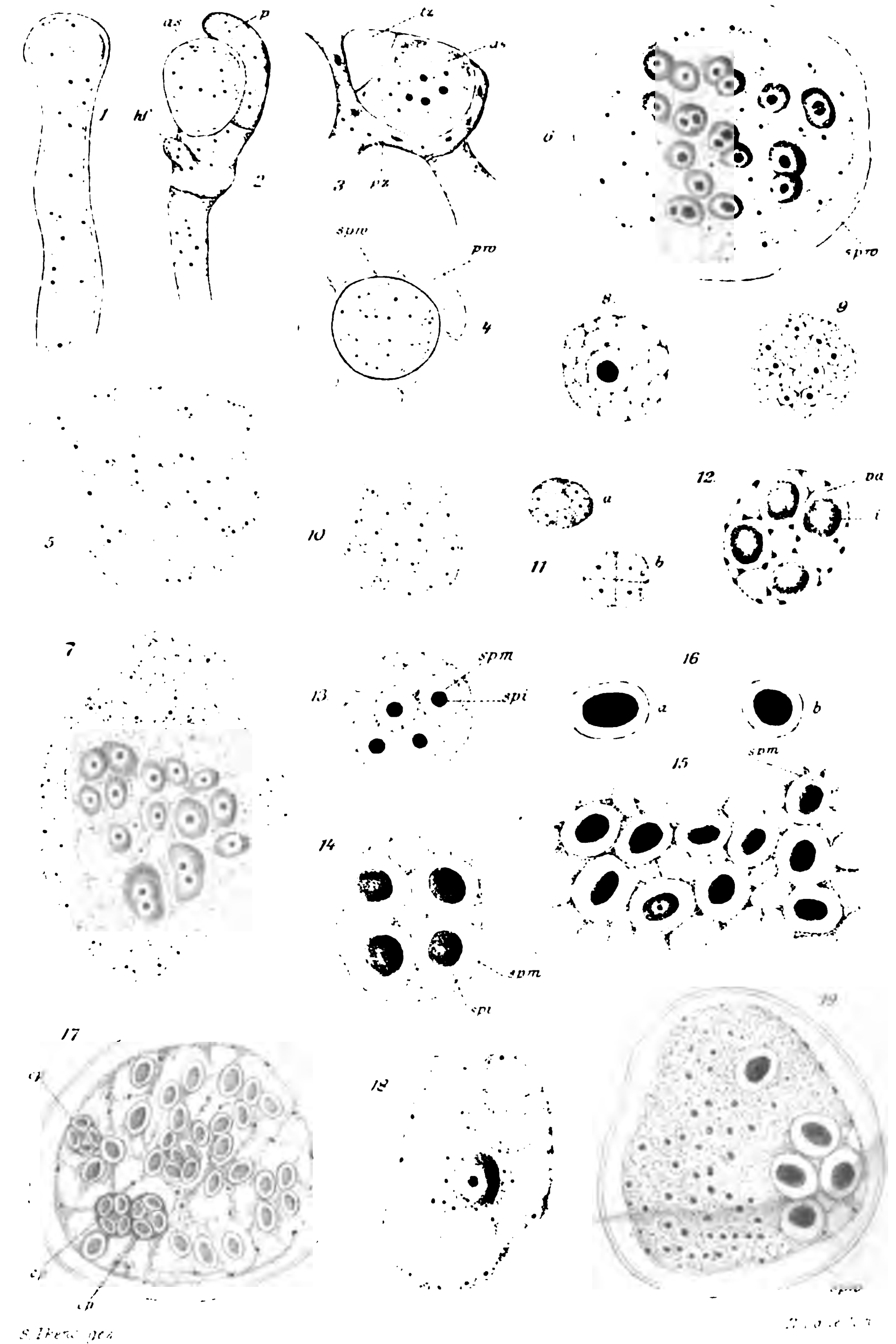



Fig 1


Fig 2


Fig 3


Fig 4a


Fig 4b


Fig 4c


Fig 7


Fig 6

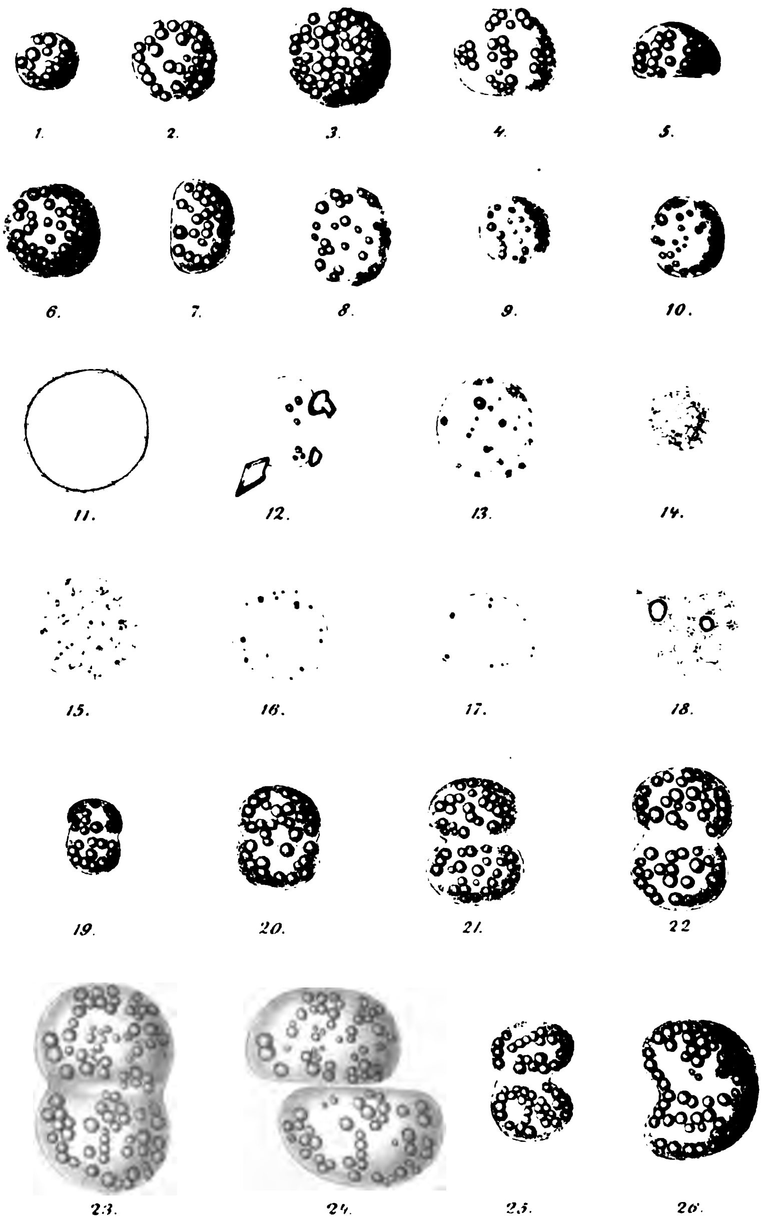

Fig 5


Fig 8




Fig 10

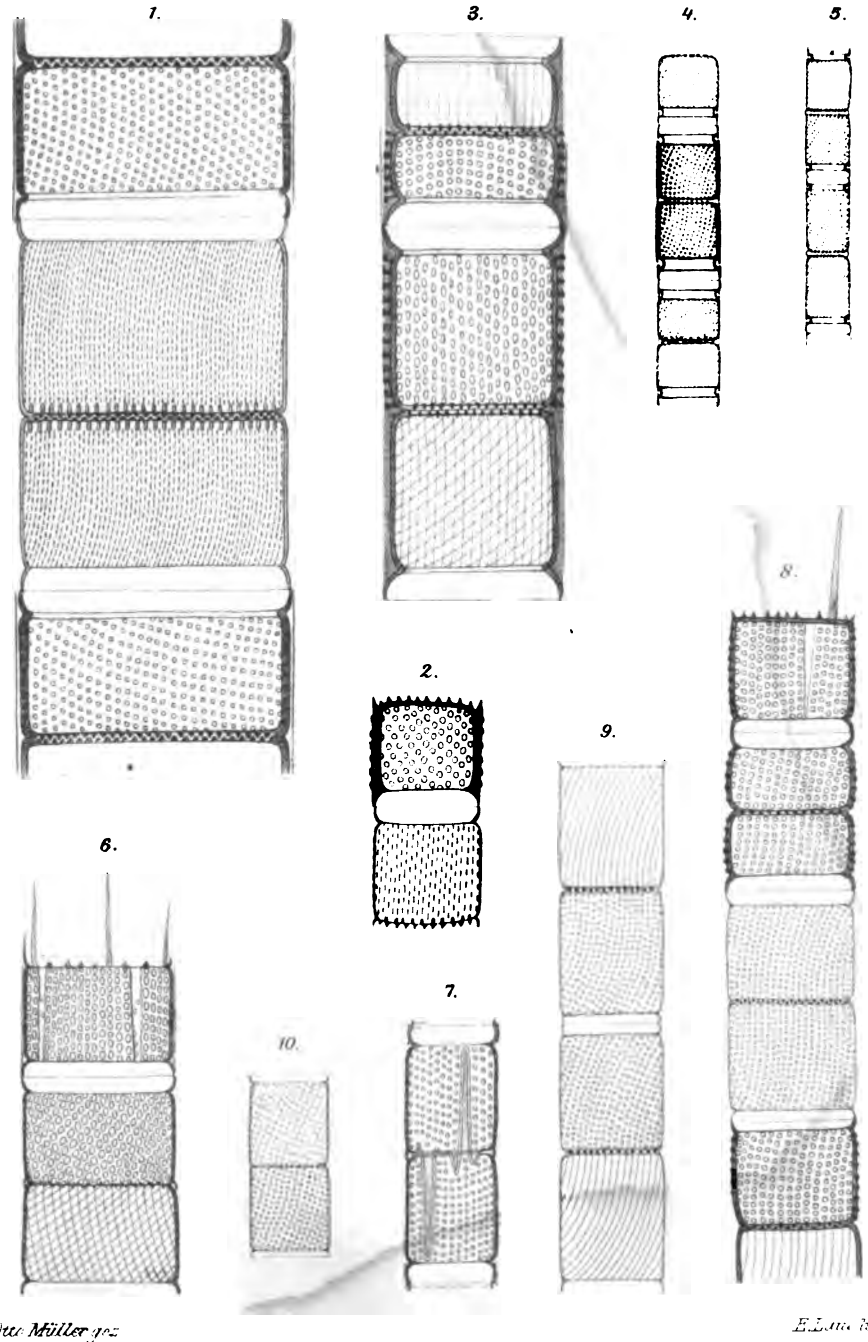
Fig 9

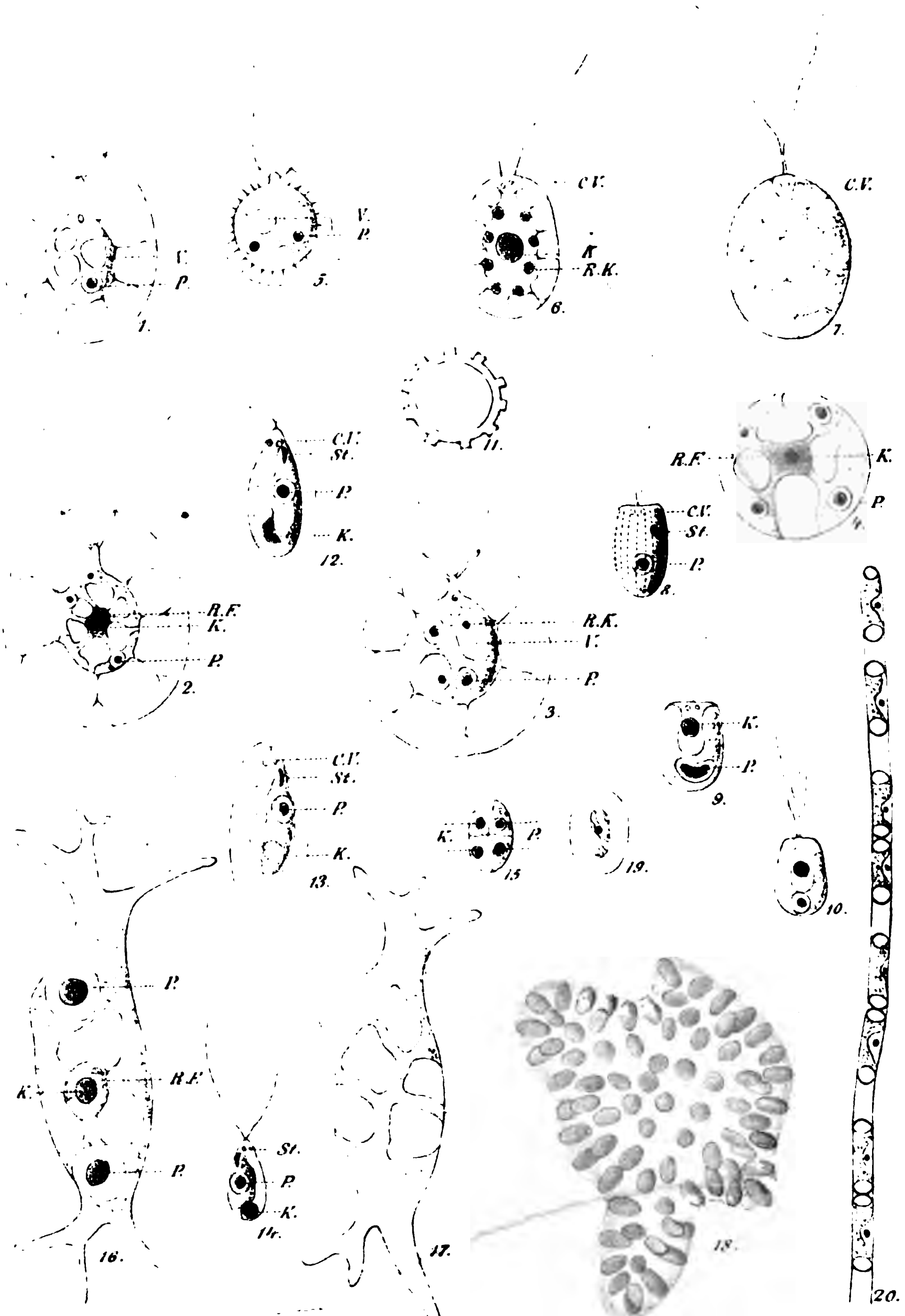
G. Hinze gez.

E. Laue lith.


1.
2.
3.
4.



Otto Müller gez. E. Laue lith.



W. Schmidle gez.

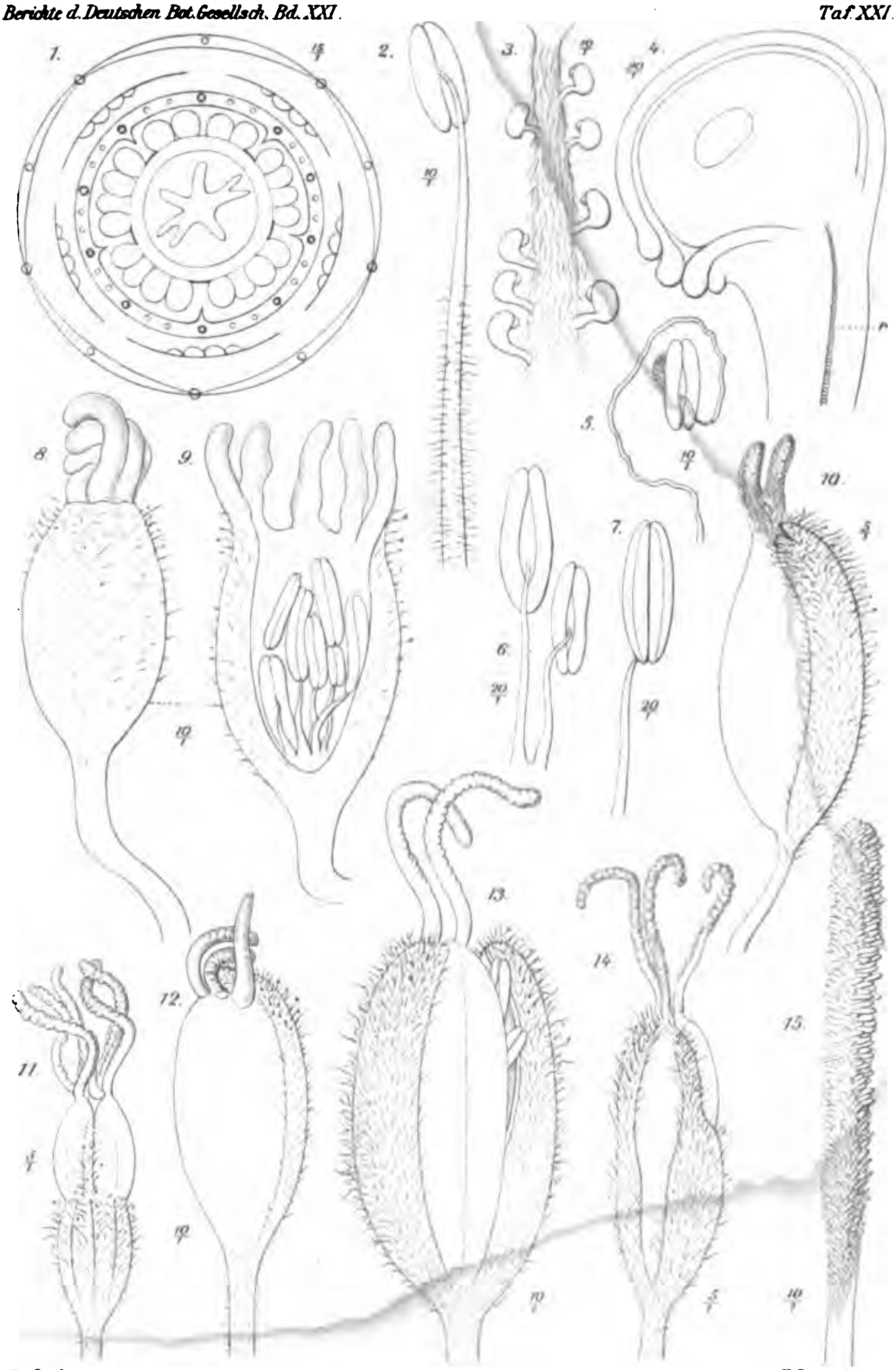
E. Laue lith.



W. Voſs gez. E. Laue lith.



F. Ruttner phot. E. Laue lith.



Fr. Buchenau gez. E. Laue lith.

Fig. 1



Fig. 2.

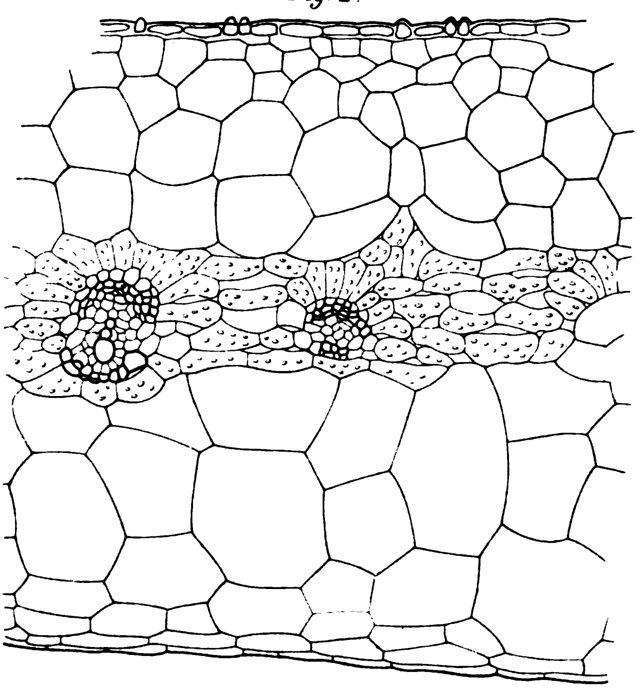
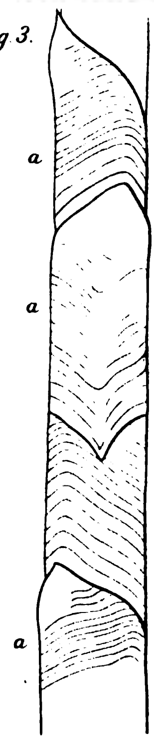


Fig. 3.



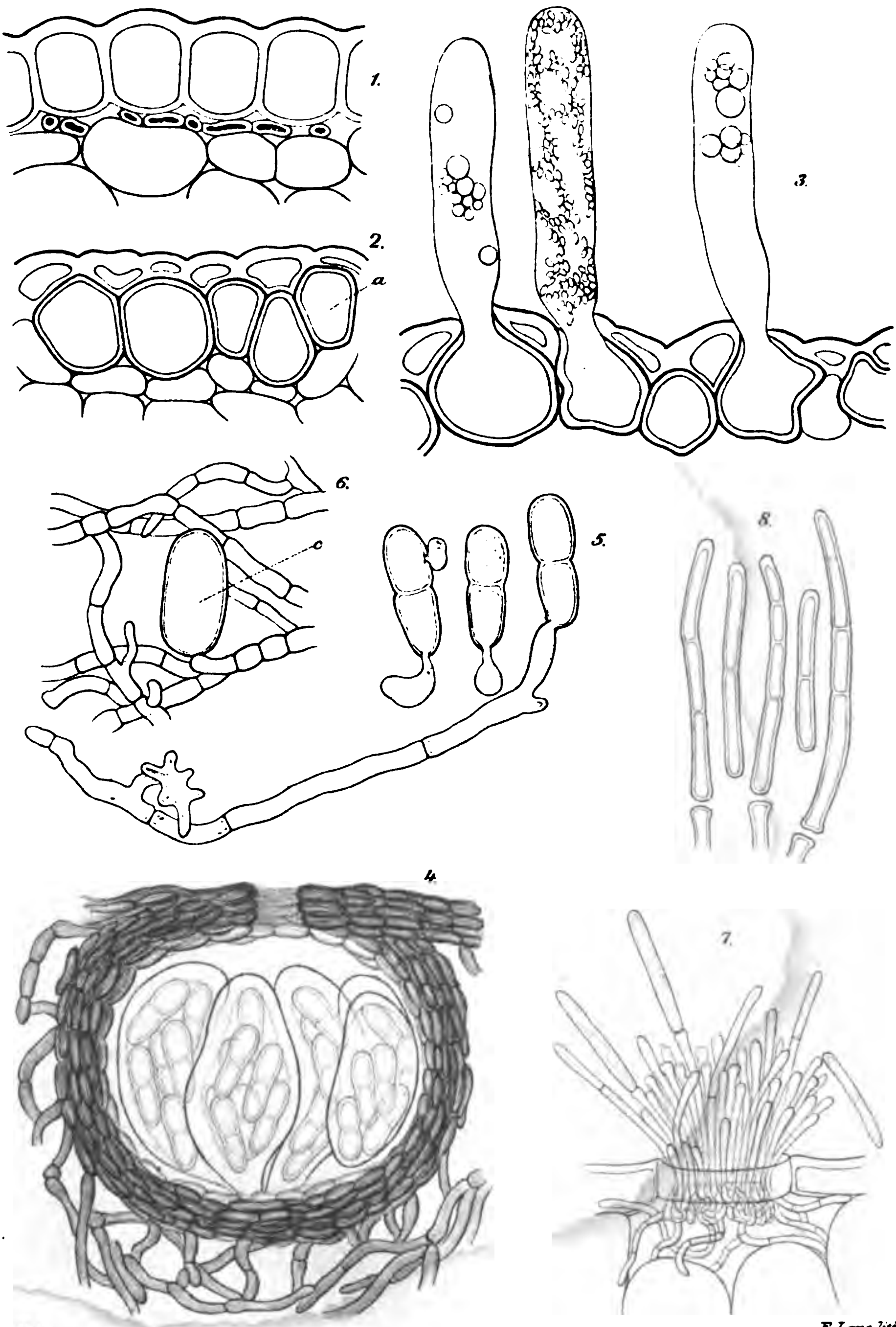
E. Laue lith.



F. Laux lith.

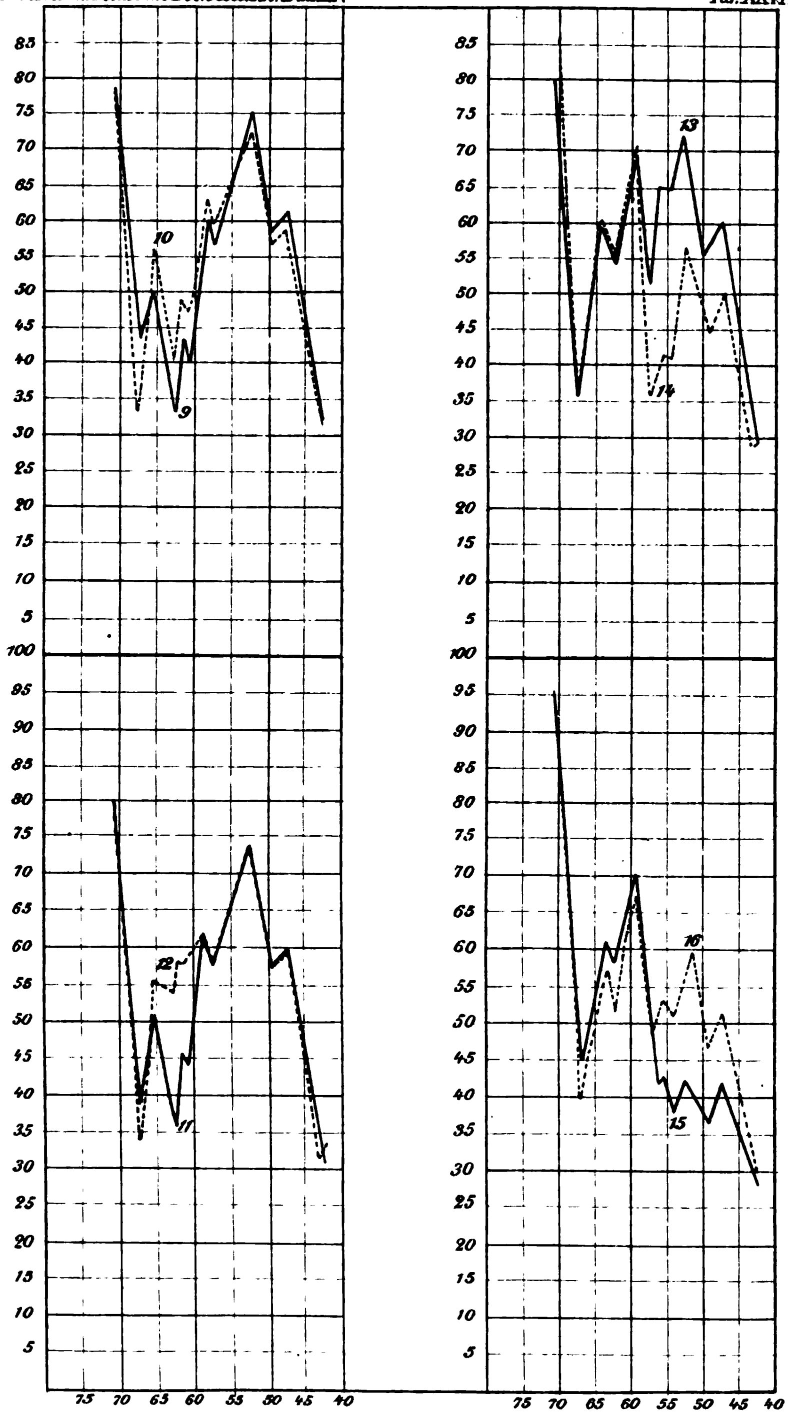


Arnemann phot.



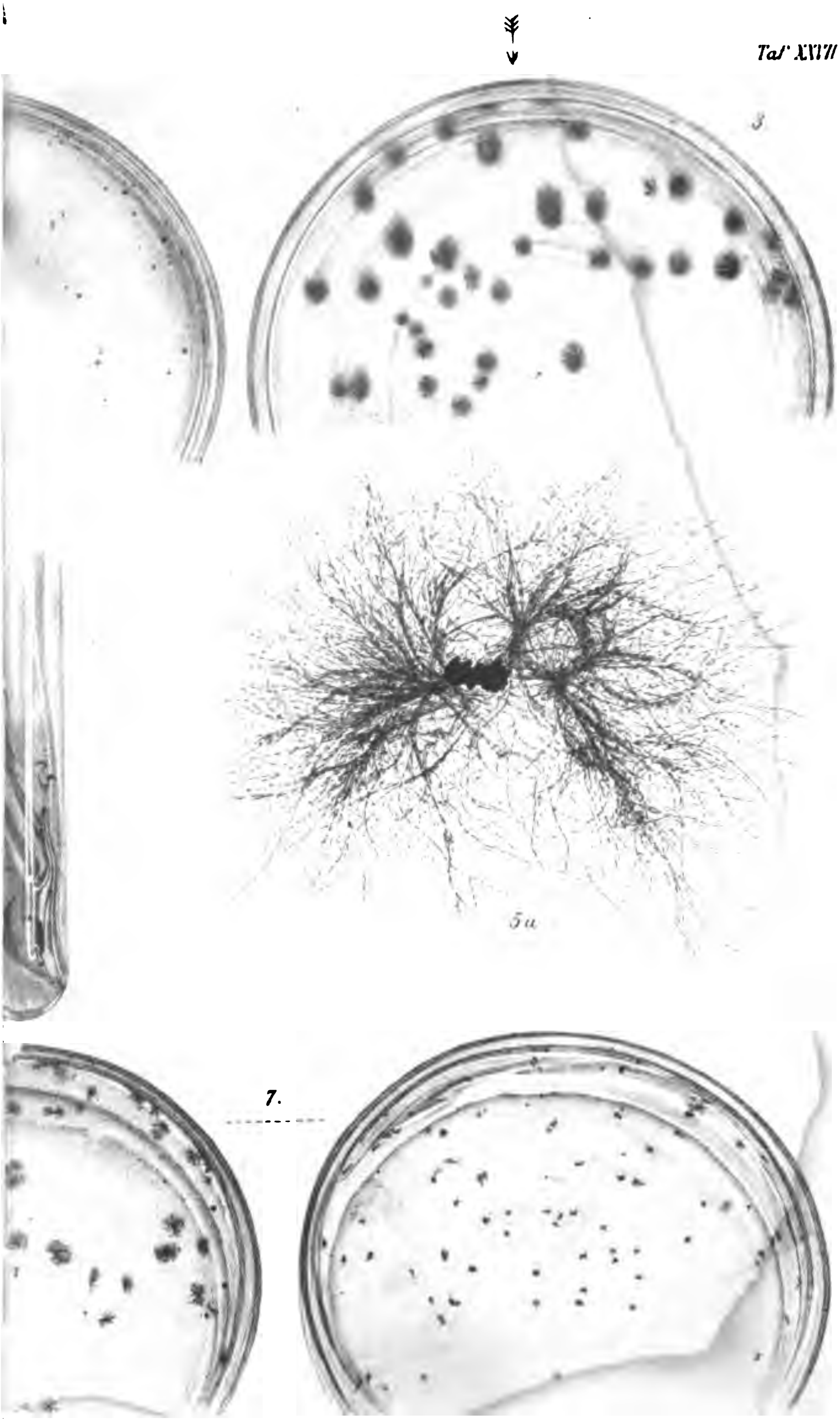
A. Volkart gez.

E Laue lith.



E. Laue lith.


1
2
5b
6b
6a



L. [illegible]

BAND XXI. JAHRGANG 1903.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

EINUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

GENERALVERSAMMLUNGS-HEFT.

ZWEITES HEFT.

(SCHLUSSHEFT.)

AUSGEGEBEN AM 15. JUNI 1904.

BERLIN
GEBRÜDER BORNTRÆGER
1904

Inhaltsangabe zum Generalversammlungs-Heft.

ZWEITER TEIL.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Zusendungen **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** für die Sitzungen im Jahre 1904 an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. **A. Engler, Berlin W.,** Grunewaldstr. 6/7, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen etc. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Fichtestrasse 55, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1904.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; von Wettstein, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Engler, Vorsitzender; Kny, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; P. Magnus, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Urban, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: Engler, P. Magnus, Köhne, Urban, Ascherson, Kolkwitz, Reinhardt.

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6", erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Fichtestr. 55, II, zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5 „
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
6.	für jeden Umschlag	1,5 „
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3 Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.